

Meetresultaten luchtkwaliteit Amsterdam 2022

GGD-Jaarrapport

mei 2023

Inhoud

Hoofdpunten	4
Samenvatting	5
Meetresultaten 2022	5
Meetresultaten en gezondheidkundige advieswaarden	6
Stikstofdioxide (NO ₂) concentraties	8
Grafieken en tabellen	9
Stikstofdioxide (NO ₂) buisjesmetingen	10
NO ₂ buisjes tabellen	11
Fijn stof - PM ₁₀	12
Grafieken en tabellen	13
Fijn stof - PM _{2.5}	14
Grafieken en tabellen	15
Roetconcentraties	16
Grafieken en tabellen	17
Houtstook	18
Grafieken en tabellen	19
Ultrafijn stof (UFP PM _{0.1})	20
Grafieken en tabellen	21
Ozon (O ₃)	22
Grafieken en tabellen	23
Koolmonoxide (CO)	24
Grafieken en tabellen	25
Benzeen en Zwaveldioxide (SO ₂)	26
Grafieken en tabellen	27
Methode	28
Wettelijk kader	28
Metingen versus berekeningen	28
Toetsen aan WHO (luchtkwaliteit en gezondheid)	28
Meetlocaties	28
Locaties meetstations Automatisch Luchtmeetnet Amsterdam	29
Trendanalyse – ontwikkeling luchtkwaliteit	29
Gemeten componenten per station	30
Bijlage 1	30
Toelichting componenten	30
Accreditatie	32

Meetmethoden	33
Meetnauwkeurigheid en toegepaste apparatuur	34
Bijlage 2 Maandgemiddelde concentraties	35
Maandgemiddelde NO ₂ concentratie.....	35
Maandgemiddelde PM ₁₀ en PM _{2.5} concentratie	36
Maandgemiddelde Ozonconcentratie	37

Hoofdpunten

- De luchtkwaliteit in Amsterdam is in de afgelopen 10 jaar verbeterd.
- De luchtkwaliteit in 2022 was vergelijkbaar met de luchtkwaliteit in 2020 en 2021. Stikstofdioxide (NO₂), fijn stof en roetconcentraties verschillen weinig van de concentraties gemeten in die jaren. De afgelopen drie jaar was de luchtkwaliteit beter dan in de jaren voor de coronacrisis.
- Op geen van de meetpunten werd voldaan aan de gezondheidkundige advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) voor NO₂ en fijn stof (PM₁₀ en PM_{2.5}). Zie onderstaande overzichtstabel.
- De ultrafijn stof (UFP) concentratie op meetpunt Ookmeer in Osdorp is gestegen ten opzichte van de coronajaren 2020 en 2021. Het vliegverkeer is een belangrijke bron van UFP. De piekbelasting vanaf Schiphol was niet zo hoog als in 2019 (i.e. voor de coronacrisis).
- In het jaarrapport zijn voor het eerst meetresultaten van houtstook opgenomen. Met op twee meetlocaties geplaatste nieuwe apparatuur kan de bijdrage van houtstook aan de roetconcentratie worden bepaald. Uit onze analyses blijkt dat houtstook een belangrijke bijdrage (circa 20%) levert aan de roetconcentratie in de lucht. De bijdrage van houtstook aan luchtverontreiniging in de wintermaanden is hoger dan in de lente en zomer.

Overzichtstabel voor jaargemiddelde stikstofdioxide (NO₂) en fijn stof (PM₁₀ en PM_{2.5}) concentraties in relatie tot gezondheidkundige advieswaardes van de Wereldgezondheidsorganisatie.

Component	Meetpunten met	Jaargemiddelde concentratie (µg/m ³)	WHO-advieswaarde (µg/m ³)	Laagste en hoogste concentratie (µg/m ³)	Totaal aantal meetpunten
Stikstofdioxide (NO ₂)	Veel verkeer	25,2	10	15,8 - 37,8	106
Stikstofdioxide (NO ₂)	Weinig verkeer	19,3	10	14,6 - 26,0	49
Fijn stof (PM ₁₀)	Veel verkeer	19,2	15	18,5 - 19,4	4
Fijn stof (PM ₁₀)	Weinig verkeer	16,7	15	16,4 - 16,9	2
Fijn stof (PM _{2.5})	Veel verkeer	10,3	5	9,6 - 10,9	3
Fijn stof (PM _{2.5})	Weinig verkeer	9,0	5	8,4 - 9,6	2

Samenvatting

Deze rapportage beschrijft de meetresultaten over het jaar 2022 van het Amsterdamse luchtmeetnet. De GGD Amsterdam beheert het luchtmeetnet. Het luchtmeetnet is primair gericht op het meten van componenten die voor de gezondheid belangrijk zijn. We vergelijken de resultaten met de gezondheidkundige advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO).

De luchtkwaliteit in 2022 was vergelijkbaar met de luchtkwaliteit in de afgelopen twee jaar (2020 en 2021). Per luchtvervuilende component wordt een korte samenvatting gegeven en een vergelijking gemaakt met de Gezondheidskundige advieswaarden van de WHO.

Meetresultaten 2022

NO₂ (Stikstofdioxide)

Stikstofdioxide (NO₂) is een belangrijke indicator van uitstoot van luchtvervuiling door wegverkeer. De NO₂ concentraties was in 2022 vergelijkbaar met de concentraties gemeten in 2020 en 2021. De NO₂ concentratie op plekken met veel verkeer (straatlocaties) was gemiddeld 26,6 microgram per kubieke meter (µg/m³); in 2021 was dat 25,9 µg/m³. Op plekken met weinig verkeer (achtergrondlocaties) werd in 2022 een gemiddelde NO₂ concentratie van 19,5 µg/m³ gemeten; in 2021 was dat 19,0 µg/m³.

Door de jaren heen worden de NO₂ concentraties steeds iets lager. Over de afgelopen 10 jaar dalen de NO₂ concentraties gemiddeld met 2,0 µg/m³ per jaar op plekken met veel verkeer en met 1,1 µg/m³ per jaar op plekken met weinig verkeer.

Fijn stof (PM₁₀ en PM_{2.5})

De PM₁₀ concentraties waren in 2022 iets hoger dan in 2021. De PM₁₀ concentratie op plekken met veel verkeer was gemiddeld 19,2 µg/m³ in 2022. Dat is 0,9 µg/m³ hoger dan in 2021. Op plekken met weinig verkeer was de gemiddelde PM₁₀ concentratie 16,7 µg/m³. Dat is 0,3 µg/m³ hoger dan in 2021. Gemiddeld genomen dalen de PM₁₀ concentraties over de afgelopen 10 jaar met 0,7 µg/m³ per jaar op plekken met veel verkeer en met 0,4 µg/m³ per jaar op plekken met weinig verkeer.

De PM_{2.5} concentraties waren in 2022 iets lager dan in 2021. De PM_{2.5} concentratie was in 2022 gemiddeld 10,3 µg/m³ op meetpunten met veel verkeer en 9,0 µg/m³ op meetpunten met weinig verkeer. Deze concentraties zijn respectievelijk 0,5 µg/m³ en 0,8 µg/m³ lager dan in 2021. Over de afgelopen 10 jaar dalen de PM_{2.5} concentraties met gemiddeld 0,8 µg/m³ per jaar op plekken met veel verkeer en met 0,6 µg/m³ per jaar op plekken met weinig verkeer.

Roet (Black Carbon) en Ultrafijn stof (UFP)

Roet (Black Carbon) concentraties waren in 2022 ongeveer gelijk aan de concentraties gemeten in 2021. De roet concentratie op plekken met veel verkeer was gemiddeld 0,95 µg/m³; in 2021 was dat 0,93 µg/m³. Op plekken met weinig verkeer werd in 2022 een gemiddelde roet concentratie van 0,60 µg/m³ gemeten; in 2021 was dat ook 0,60 µg/m³. De roetconcentraties dalen door de jaren heen. Over de afgelopen 10 jaar dalen de concentraties gemiddeld met 0,13 µg/m³ per jaar op plekken met veel verkeer en met 0,05 µg/m³ per jaar op plekken met weinig verkeer.

Sinds 2018 wordt op het meetstation Ookmeer ultrafijn stof (UFP) gemeten. Het meetstation ligt nabij Schiphol en bij een Zuid-ZuidWestenwind waait de lucht vanaf Schiphol richting het meetstation. De UFP-concentratie was in 2022 hoger dan in 2021. De UFP-concentratie was in 2022 gemiddeld 12.946 deeltjes/cm³, in 2021 was dit 11.480 deeltjes/cm³. Tijdens corona (in 2020 en 2021) was de piekbelasting bij Zuid-ZuidWestenwind duidelijk lager dan voor de coronacrisis. In 2022 lag de piekbelasting van UFP weer dicht bij de concentraties zoals gemeten voor de coronacrisis. Het toegenomen vliegverkeer in 2022 speelt hierbij een rol.

Houtstook

In dit jaarrapport zijn voor het eerst meetresultaten van houtstook opgenomen. Met nieuwe apparatuur (Magee AE33) kan de bijdrage van houtstook aan de roet (Black Carbon) concentratie inzichtelijk worden onderscheiden van de bijdrage van fossiele brandstoffen. Er staan twee meetapparaten in het Amsterdamse luchtmeetnet: op de Nieuwendammerdijk en de Van Diemenstraat.

Uit onze analyses blijkt dat houtstook op deze twee locaties een belangrijke bijdrage (circa 20%) levert aan de roetconcentratie in de lucht. In de wintermaanden is de bijdrage van houtstook aan de luchtverontreiniging duidelijk hoger dan in de lente en zomer. De maand februari in 2022 is een uitzondering. Het weer is hiervan op invloed geweest. In februari was er veel regen, wind en hoge temperaturen. Dit heeft die maand geleid tot relatief schone lucht, ook voor andere componenten dan houtstook.

Ozon (O₃)

Op het meetpunt met veel verkeer (van Diemenstraat) was in 2022 de ozonconcentratie 46,2 µg/m³. Dat is 0,1 µg/m³ hoger dan in 2021. Op de meetpunten met weinig verkeer was in 2022 de concentratie 51,6 µg/m³, dat is 2 µg/m³ hoger dan in 2021. Dat de ozonconcentraties in drukke straten hoger zijn dan in rustige straten komt doordat ozon wegreageert met door het verkeer uitgestoten NO (stikstofmonoxide). Over de afgelopen 10 jaar stijgen de ozonconcentraties gemiddeld met 1,0 µg/m³ per jaar, zowel op het verkeersbelaste meetpunt als op de meetpunten met weinig verkeer.

Ozon wordt niet rechtstreeks door bronnen uitgestoten, maar ontstaat in de atmosfeer uit reacties tussen stikstofoxides en vluchtige organische componenten. De weersomstandigheden hebben een belangrijke invloed op de ozonconcentratie. Ozon wordt gevormd onder invloed van zonlicht. De hoogste ozonconcentraties komen voor op warme en zonnige dagen. Daarnaast is onder andere de hoeveelheid NO₂ in de lucht van belang. Onder invloed van NO₂ wordt ozon afgebroken. Ozonconcentraties zijn lokaal en op landelijke schaal nauwelijks te beïnvloeden. Ze worden bepaald door grootschalige processen, zoals aanvoer luchtverontreinigende stoffen vanuit Europa en mondiaal.

Meetresultaten en gezondheidkundige advieswaarden

De gemeten concentraties worden vergeleken met de gezondheidkundige advieswaarden die in 2021 door de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) zijn opgesteld. Per luchtvervuilende component wordt een vergelijking gemaakt met de jaargemiddelde en daggemiddelde gezondheidkundige advieswaarde.

NO₂ – Gezondheidkundige advieswaarde

Op geen van de meetpunten werd voldaan aan de jaargemiddelde WHO-advieswaarde van 10 µg/m³ NO₂. De laagst gemeten concentratie is 14,6 µg/m³ op meetpunt Kantershof. De hoogst gemeten concentratie is 37,8 µg/m³ op de Prins Hendrikkade.

Aan de daggemiddelde gezondheidkundige advieswaarde van de WHO werd op geen van de meetstations voldaan (maximaal 3 dagen met daggemiddelde NO₂ concentratie groter dan 25 µg/m³). Overschrijdingen hiervan gemeten op de automatische meetstations liggen tussen de 42 en 265 dagen.

PM₁₀ – Gezondheidkundige advieswaarde

Op geen van de meetpunten werd voldaan aan de jaargemiddelde WHO-advieswaarde van 15 µg/m³ PM₁₀. De laagst gemeten concentratie was 16,4 µg/m³ op meetpunt Westerpark. De hoogst gemeten concentratie is 19,4 µg/m³ op de meetpunten A10-West, Van Diemenstraat en Jan van Galenstraat.

De WHO-advieswaarde voor de daggemiddelde concentratie werd niet overal gehaald (maximaal 3 dagen met daggemiddelde PM₁₀ concentratie groter dan 45 µg/m³). Het aantal dagen met een overschrijding was beperkt, variërend van 4 tot 6 dagen. Op meetstation Vondelpark werd de WHO-advieswaarde voor het daggemiddelde wel gehaald.

PM2.5 – Gezondheidskundige advieswaarde

Op geen van de meetpunten werd voldaan aan de jaargemiddelde WHO-advieswaarde van $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM2.5. De laagst gemeten concentratie was $8,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op meetpunt Westerpark. De hoogst gemeten concentratie is $10,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op meetpunt Van Diemenstraat.

De WHO-advieswaarde voor de daggemiddelde concentratie werd niet gehaald (maximaal 3 dagen met daggemiddelde PM2.5 concentratie groter dan $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Overschrijdingen hiervan liggen tussen de 46 en 60 dagen.

Roet, UFP, Ozon – Gezondheidskundige advieswaarde

Voor roet (Black Carbon) heeft de WHO geen gezondheidskundige advieswaarden opgesteld. De reden is dat verschillende meetmethoden gebruikt worden om roet te meten, die niet exact met elkaar vergelijkbaar zijn. De WHO heeft wel een uitgebreide beschrijving gegeven van de gezondheidseffecten van roet en geeft aan dat het belangrijk is om de blootstelling aan roet zoveel mogelijk terug te dringen. Ook voor ultrafijn stof (UFP) is er geen gezondheidskundige advieswaarde. Voor ozon zijn er wel gezondheidskundige advieswaardes. Aan deze waardes werd op geen van de meetstations voldaan.

Invloed van het weer

Het weer heeft een grote invloed op de luchtkwaliteit. De lucht wordt bijvoorbeeld schoner als het veel waait uit westelijke richting en als het regent. Is het langere tijd droog en is er weinig wind vanuit het (zuid)oosten, dan wordt de lucht viezer. Windrichting, windsnelheid, hoeveelheid neerslag en zonuren bepalen in hoge mate de aanvoer, verspreiding, depositie ('neerslaan') en de vorming en afbraak van verontreinigende stoffen in de lucht. De weersomstandigheden variëren van jaar tot jaar en dit heeft een belangrijke invloed op de luchtkwaliteit.

In vergelijking met het voorgaande jaar was 2022 warmer (1.2 graden Celsius) en was er meer zonneschijn (gebaseerd op KNMI-weerstation Schiphol). In 2022 viel er minder regen vergeleken met 2021 en het waaide harder. Al met al lijken de weersomstandigheden in 2022 iets minder gunstig voor de luchtkwaliteit vergeleken met 2021.

Stikstofdioxide (NO₂) concentraties

Stikstofdioxide (NO₂) concentraties

Stikstofoxiden (NO en NO₂) komen vrij bij verbrandingsprocessen en ontstaan door oxidatie van stikstof uit de lucht. Het grootste deel van de stikstofoxiden komt vrij als stikstofmonoxide (NO) maar dit molecuul heeft een korte levensduur en wordt snel omgezet in NO₂. Overigens is NO in tegenstelling tot NO₂ niet schadelijk voor de gezondheid. Het verkeer is de belangrijkste bron van NO₂.

De eerste grafiek toont de jaargemiddelde stikstofdioxideconcentraties zoals die zijn gemeten op de vaste meetlocaties van het Amsterdamse meetnet luchtkwaliteit. Locaties met veel verkeer zijn roze gekleurd, met weinig of geen verkeer blauw. Stikstofdioxide wordt ook nog eens op 145 locaties met een eenvoudige techniek gemeten. De gemiddelden daarvan zijn ook verdeeld in locaties met veel en weinig verkeer en in de grafiek weergegeven als gearceerde kolommen. Net als in 2021 zijn alle jaargemiddelden onder de wettelijke grenswaarde van 40 µg/m³ gebleven, ook op de drukste plekken.

Stikstofdioxideconcentraties tonen over de jaren heen al langer een gestage daling, zowel op locaties met veel verkeer, als op de locaties met minder of geen verkeer. Deze daling over langere tijd is terug te voeren op strengere milieuwetten, zowel voor de uitstoot van auto's als voor de (Europese) industrie. In de stad zijn milieuzones ingesteld en daarbij wordt ook steeds schoner gereden, het wagenpark vernieuwd zich en het aantal elektrische voertuigen neemt toe. Dwars door deze dalende trend lopen de weersomstandigheden die van jaar tot jaar grote invloed hebben op de jaargemiddelde concentraties. Dat is de reden waarom alleen over langere perioden, bijvoorbeeld 10 jaar trends kunnen worden vastgesteld.

De tabel toont dat op ieder station de trend dalende is, een negatieve waarde duidt op een afname in concentratie. De p-waarde helpt om de betekenis van de resultaten te bepalen, zodra deze onder de 0,05 ligt, is de trend statistisch significant. Dit betekent dat het voor 95% zeker is dat ook werkelijk een dalende trend is waargenomen.

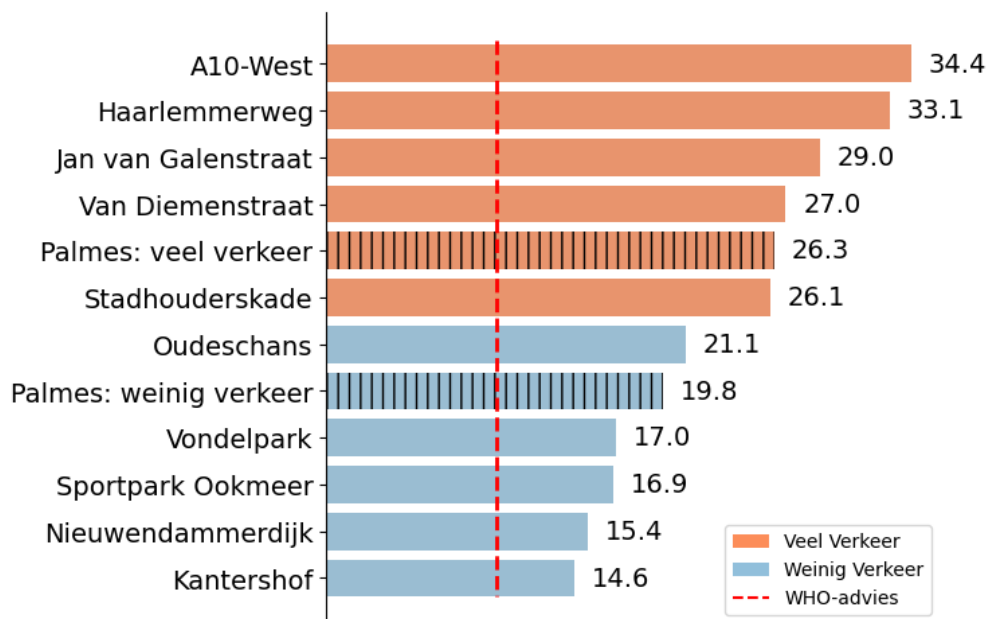
De dalende trend is op alle meetstations statistisch significant. Op de meetpunten met veel verkeer dalen de concentraties met gemiddeld 2,0 µg/m³ over de afgelopen 10 jaar. En op de meetpunten met weinig verkeer dalen de concentraties met gemiddeld 1,1 µg/m³ over de afgelopen 10 jaar.

Op geen enkel meetpunt werd voldaan aan de WHO-advieswaarde voor de jaargemiddelde stikstofdioxideconcentratie van 10 µg/m³.

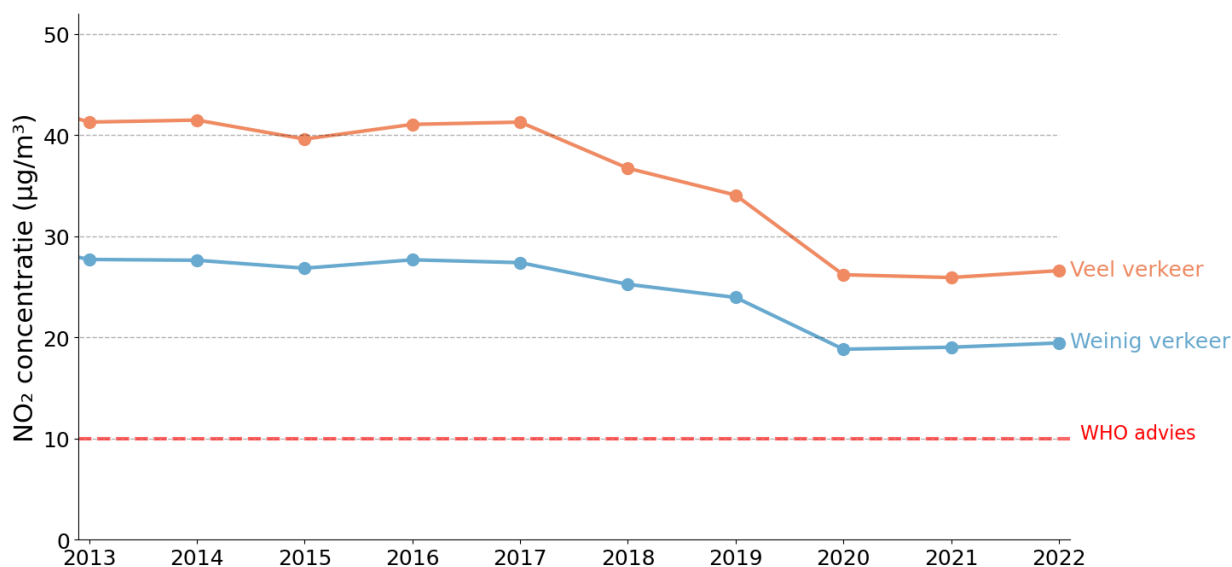
De WHO heeft bij de gezondheidkundige advieswaarden voor NO₂ ook een daggemiddelde advieswaarde opgesteld. De WHO adviseert dat een daggemiddelde NO₂ concentratie van 25 µg/m³ maximaal drie dagen per jaar mag voorkomen. Op geen van de locaties, ook niet op die met weinig verkeer, wordt hieraan voldaan. Op het meetstation met de meeste daggemiddelde overschrijdingen, meetstation Haarlemmerweg, werd de WHO-advieswaarde 265 dagen overschreden. Op het meetstation met de minste daggemiddelde overschrijdingen, meetstation Kantershof, werd de WHO-advieswaarde 42 dagen overschreden.

Grafieken en tabellen

2022 Jaargemiddelde NO₂ concentraties (µg/m³)



Trend jaargemiddelde NO₂ concentratie



NO₂ trendanalyse 10 jaar (periode 2013-2022)

Meetstation	Gemiddelde (± SE) daling NO ₂	p-waarde	Meetstation	Gemiddelde (± SE) daling NO ₂	p-waarde
Veel verkeer	-2.02 (± 0.33)	<0.001	Weinig verkeer	-1.13 (± 0.19)	<0.001
A10-West	-2.23 (± 0.25)	<0.001	Nieuwendammerdijk	-0.83 (± 0.23)	0.007
Haarlemmerweg	-2.86 (± 0.33)	<0.001	Vondelpark	-1.06 (± 0.20)	<0.001
Jan van Galenstraat	-2.12 (± 0.34)	<0.001	Oudeschans	-1.24 (± 0.24)	<0.001
Van Diemenstraat	-1.37 (± 0.30)	0.002	Kantershof	-0.88 (± 0.20)	0.002
Stadhouderskade	-1.78 (± 0.22)	<0.001	Sportpark Ookmeer	-0.80 (± 0.15)	<0.001

Stikstofdioxide (NO₂) buisjesmetingen

NO₂ buisjes metingen in Amsterdam

Het meten van stikstofdioxide vindt in het Amsterdamse meetnet op twee manieren plaats. Op vaste meetlocaties uit het automatisch meetnet gaat dit met behulp van continue analyse van de buitenlucht, waarbij doorlopend een kleine, constante hoeveelheid buitenlucht naar een analyse-apparaat wordt gepompt. Op 10 vaste plekken wordt met deze zogenaamde referentiemethode op locaties met veel en weinig verkeer het gehalte stikstofdioxide bepaald. De meetmethode wordt iedere tweede dag gecontroleerd met een zogenaamd kalibratiegas, waarvan precies bekend is hoeveel stikstofdioxide daarin aanwezig is. Afwijkingen in de apparatuur kunnen zo worden opgespoord en eventueel worden gecorrigeerd. De apparatuur is kostbaar, gevoelig voor omgevingsomstandigheden en daarom ondergebracht in geconditioneerde meetstations.

Soms ontstaat discussie over de juiste meetplaats, echter het hoofddoel van deze metingen is vaststellen of de lucht in de stad beter wordt, dus het vaststellen van trends. Het verplaatsen van stations, ook al zou een betere plek beschikbaar komen, verstoort het vastleggen van trends. Ook overgaan op een andere, betere of juist goedkopere meetmethode, zou hierop invloed kunnen hebben. We meten daarom zoveel mogelijk op dezelfde plekken al jaren met exact dezelfde methode.

Om toch flexibel te kunnen zijn, en bijvoorbeeld enkele jaren op een bepaalde plek stikstofdioxide te kunnen meten, wordt een tweede methode gehanteerd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van zogenaamde Palmes diffusiebuisjes. Deze metingen zijn te bekijken op www.maps.amsterdam.nl/no2.

Buisjes, ongeveer 7 centimeter lang, die speciaal zijn geprepareerd om stikstofdioxide te adsorberen worden op 145 plekken in de stad iedere vier weken gewisseld en daarna geanalyseerd. Op basis daarvan kunnen relatief goedkoop op veel meer plaatsen in de stad stikstofdioxide concentraties worden bepaald. Weliswaar iets minder nauwkeurig, maar door slimme vergelijking met de geavanceerde vaste meetstations, nauwkeurig genoeg om probleemplekken in de stad aan te wijzen en lokaal beter inzicht te krijgen hoe de luchtkwaliteit zich ontwikkelt.

NO₂- buisjes metingen in 2022

De kaart toont de verdeling van de NO₂- buisjes over de stad. In de tabel staat een overzicht van de buisjes metingen in 2022. Per type meetpunt staat een beschrijving van het aantal meetpunten, de gemiddelde concentratie, de hoogste en laagste gemeten waarden en de percentielen. Er zijn meetpunten langs de straat (relatief veel verkeer) en snelweg, achtergrond (weinig of geen verkeer) en langs waterwegen. In een aparte tabel staan de 3 hoogste en de 3 laagste jaargemiddelde concentraties gemeten met buisjes.

NO₂ buisjes tabellen

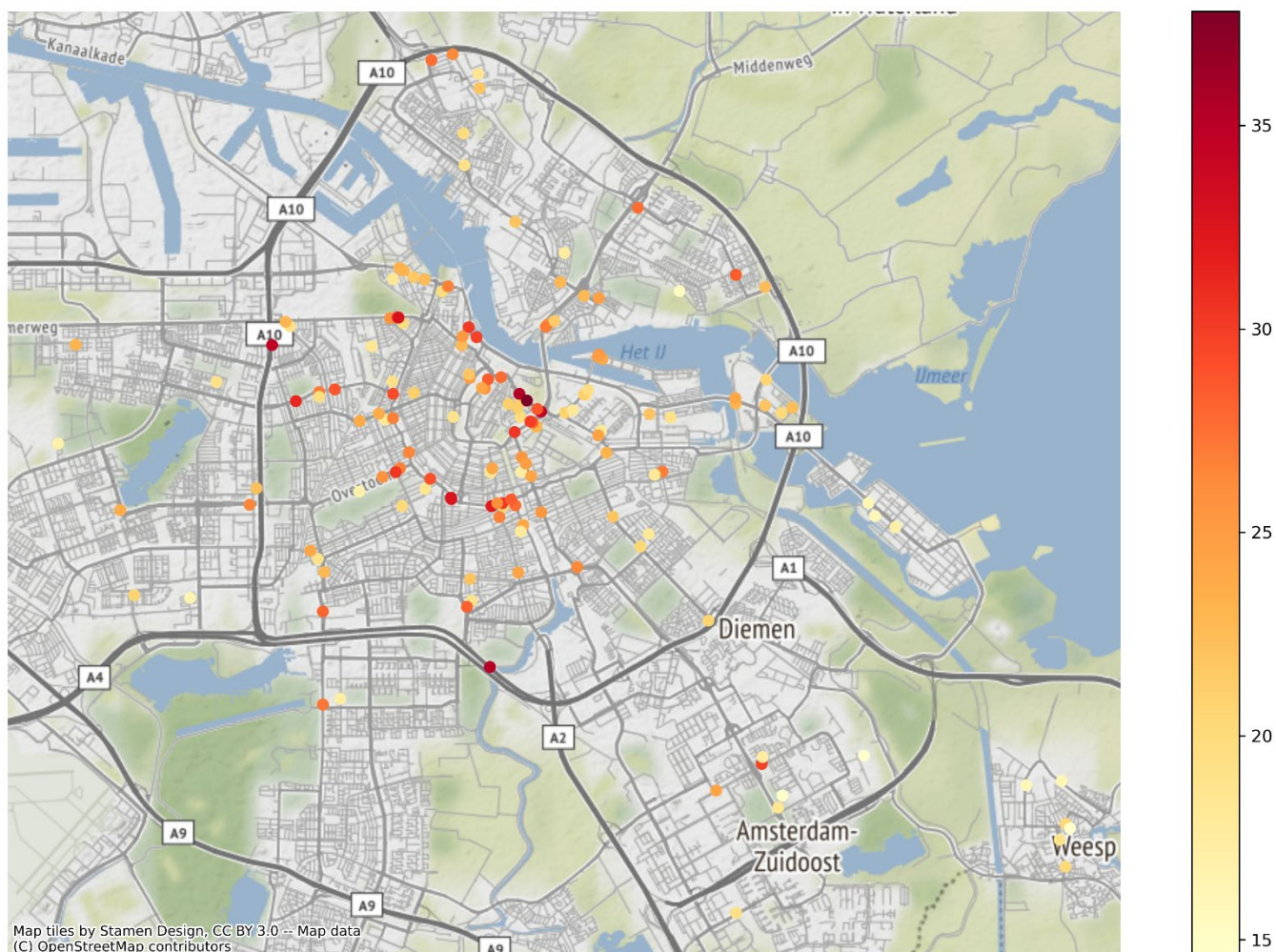
NO₂ Palmes buisjes metingen in 2022

Type meetpunt	Aantal meetpunten	Gemiddelde (± SD)	Laagste	25-percentiel	50-percentiel	75-percentiel	Hoogste
Straat	95	24.9 (± 4.3)	15.8	22.0	24.3	27.8	37.8
Achtergrond	41	19.3 (± 2.4)	14.7	18.1	19.1	20.1	26.0
Snelweg	6	25.7 (± 5.3)	20.7	22.4	24.3	27.2	35.1
Waterweg	3	23.7 (± 2.7)	20.6	22.8	24.9	25.2	25.5

Hoogste en laagste NO₂ Palmes buisjes metingen in 2022

3 hoogst gemeten locaties			3 laagst gemeten locaties		
Stadsdeel	NO ₂ (µg/m ³)		Stadsdeel	NO ₂ (µg/m ³)	
Prins Hendrikkade	Centrum	37.8	Heemraadweg	Weesp	15.8
Prins Hendrikkade	Centrum	35.3	Kortvoort	Zuidoost	14.7
A10 Zuid (Snelweg)	Zuid	35.1	Tuinkade	Weesp	14.7

NO₂ metingen in Amsterdam met Palmes-buisjes



Fijn stof - PM₁₀

Fijn stof is een verzamelnaam voor kleine, met het blote oog niet zichtbare, deeltjes die in de lucht zweven. Bijvoorbeeld roetdeeltjes of kleine stukjes autoband (slijtage). Deze deeltjes verschillen in oorsprong, grootte en samenstelling. Fijn stof is het onderdeel van luchtverontreiniging dat voor de meeste gezondheidseffecten zorgt. Hoe kleiner de deeltjes zijn hoe dieper ze in de longen terecht komen en hoe meer schade ze kunnen aanrichten.

Fijn stof kan gedefinieerd worden als: PM₁₀ (dit zijn deeltjes met een diameter kleiner dan 10 micrometer (0,01 millimeter)) en PM_{2.5} (dit zijn deeltjes met een diameter kleiner dan 2,5 micrometer). PM staat voor Particulate Matter. Fijn stof is voor het grootste deel afkomstig van menselijke activiteiten zoals verkeer en industrie, maar kan ook een natuurlijke oorsprong hebben (bodemstof, zeezout). Voor een deel worden fijn stof deeltjes rechtstreeks uitgestoten (primair fijn stof), voor een deel worden ze in de atmosfeer gevormd door chemische reacties van gasvormige verbindingen (secundair fijn stof). De fijn stof deeltjes kunnen over een grote afstand, tot wel duizenden kilometers, getransporteerd worden.

In het algemeen geldt dat fijn stof dat als gevolg van verbrandingsprocessen wordt uitgestoten een (veel) kleinere diameter heeft dan stofdeeltjes die als gevolg van mechanische processen (slijtage, verwaaiing) in de lucht komen. Dit heeft tot gevolg dat het bronaandeel van verbrandingsprocessen in de PM_{2.5} fractie groter is dan in de PM₁₀ fractie.

Uit onderzoek is bekend dat fijn stof ook bij hele lage concentraties schadelijk is voor de gezondheid. Tot op heden is het niet mogelijk gebleken om een 'veilige grenswaarde' vast te stellen waar beneden er geen schade optreedt aan de gezondheid.

Bij PM₁₀ zien we dat het verschil tussen locaties met veel verkeer (roze), en achtergrondlocaties met weinig of geen verkeer (blauw) relatief klein is. Het verschil is door de jaren heen steeds kleiner geworden en bedraagt nu nog maar enkele microgrammen. De bijdrage van het lokale verkeer aan PM₁₀ is dus vrij beperkt. Ook andere bronnen, waaronder natuurlijke bronnen, beïnvloeden de hoogte van de PM₁₀ concentratie. Overigens is de meetapparatuur bij deze lage jaargemiddelden veel minder nauwkeurig.

In het Landelijk Meetnet Luchtverontreiniging (LML), waar het Amsterdamse Luchtmeetnet onderdeel van uitmaakt, wordt fijn stof gemeten met apparatuur die is afgestemd op het nauwkeurig meten van concentraties rondom de wettelijke grenswaarden van 40 microgram/m³ (µg/m³) als jaargemiddelde voor PM₁₀ en 25 µg/m³ als jaargemiddelde voor PM_{2.5}. De wettelijke grenswaarden zijn veel hoger dan de huidige in de buitenlucht voorkomende concentraties. In 2021 is daarom nieuwe apparatuur getest om deze lage concentraties goed te kunnen meten. Naar verwachting wordt in 2023 overgestapt op een andere meetmethode.

De WHO-advieswaarde van 15 µg/m³ voor de jaargemiddelde concentratie wordt op geen van de meetpunten gehaald.

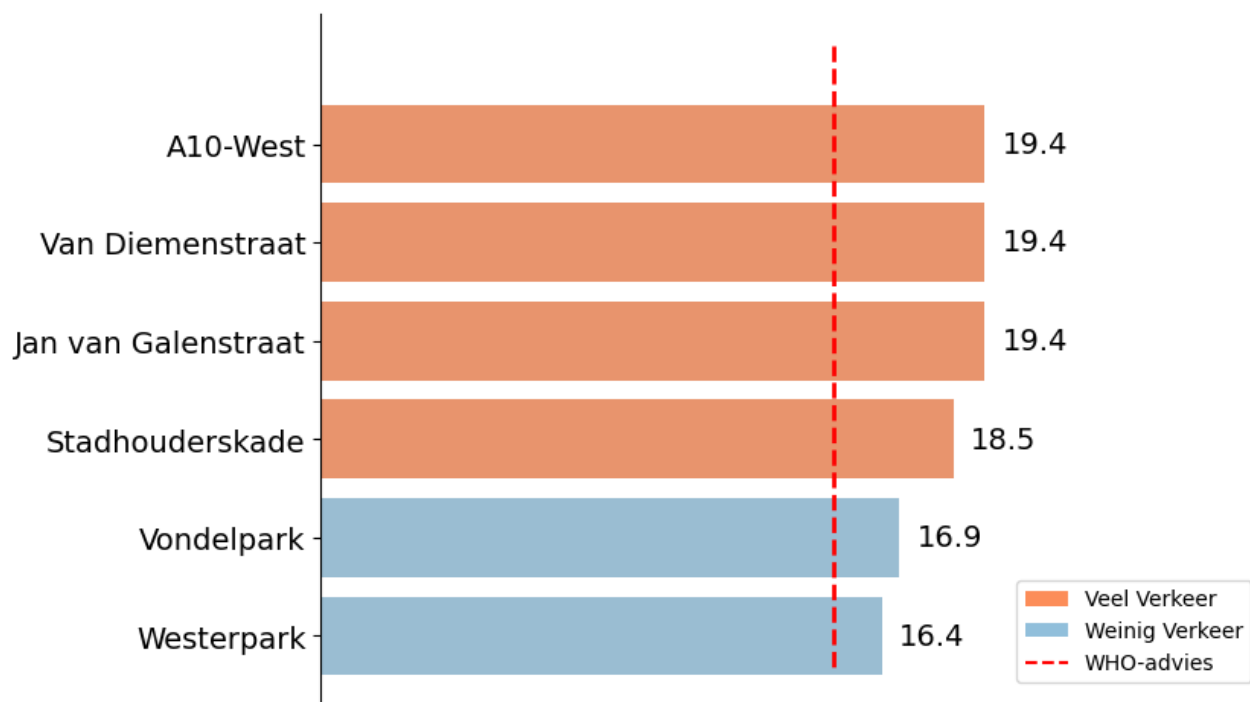
De WHO-advieswaarde voor de daggemiddelde concentratie, i.e. maximaal 3 dagen met een daggemiddelde PM₁₀ concentratie hoger dan 45 µg/m³, werd nog niet overal gehaald. Op de meetstations langs de Stadhouderskade, A10-West, Jan van Galenstraat en de Van Diemenstraat werd deze waarde op 4-6 dagen overschreden.

Vanaf 2013 tot en met 2022 is de trend dalende, zowel op stations met veel verkeer als op de stations met weinig of geen verkeer. Ook lijkt het verschil tussen de blauwe en roze lijn de laatste drie jaar min of meer hetzelfde, waaruit kan worden afgeleid dat de bijdrage aan PM₁₀ door het verkeer niet verder afneemt. Enige voorzichtigheid met conclusies is wel geboden, de apparatuur waarmee PM₁₀ wordt gemeten, is bij deze lage concentraties minder nauwkeurig.

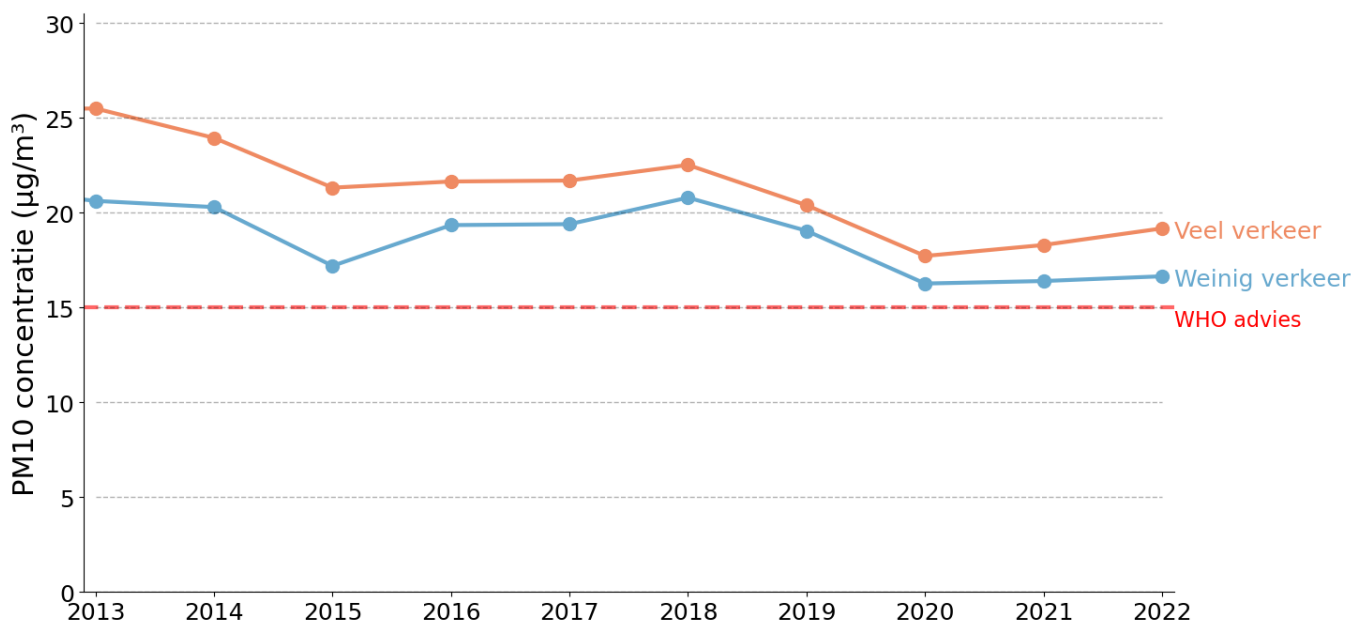
De dalende trend is op alle meetstations behalve achtergrondstation Westerpark, statistisch significant. Op de meetpunten met veel verkeer dalen de concentraties met gemiddeld 0,71 µg/m³ over de afgelopen 10 jaar. En op meetpunt Vondelpark, met weinig verkeer, dalen de concentraties met gemiddeld 0,47 µg/m³ over de afgelopen 10 jaar.

Grafieken en tabellen

2022 Jaargemiddelde PM₁₀ concentraties (µg/m³)



Trend jaargemiddelde PM₁₀ concentratie



PM₁₀ trendanalyse 10 jaar (periode 2013-2022)

Meetstation	Gemiddelde (± SE) daling PM ₁₀	p-waarde	Meetstation	Gemiddelde (± SE) daling PM ₁₀	p-waarde
Veel verkeer	-0.71 (± 0.13)	<0.001	Weinig verkeer	-0.41 (± 0.15)	0.029
A10-West	-0.82 (± 0.16)	<0.001	Vondelpark	-0.47 (± 0.15)	0.015
Van Diemenstraat	-0.84 (± 0.15)	<0.001	Westerpark	-0.34 (± 0.23)	0.175
Stadhouderskade	-0.76 (± 0.14)	<0.001			
Jan van Galenstraat	-0.43 (± 0.15)	0.019			

Fijn stof - PM_{2.5}

PM_{2.5} zijn fijnstof deeltjes met een diameter kleiner dan 2.5 µm. Nog meer dan voor PM₁₀ geldt voor PM_{2.5}, dat deze component bij de huidige lage concentraties, nog moeilijker gemeten kan worden met de huidige apparatuur. Dat geldt niet alleen voor de metingen in Amsterdam maar voor alle metingen in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit. Zo werd in 2019 het jaargemiddelde van locaties met weinig verkeer zelfs ogenschijnlijk iets hoger ten opzichte van de locaties met veel verkeer. Zoals bij het onderdeel PM₁₀ is aangegeven zijn nauwkeuriger meetmethoden vanaf 2021 in de testfase. De uitrol van een nieuwe methode wordt in 2023 verwacht.

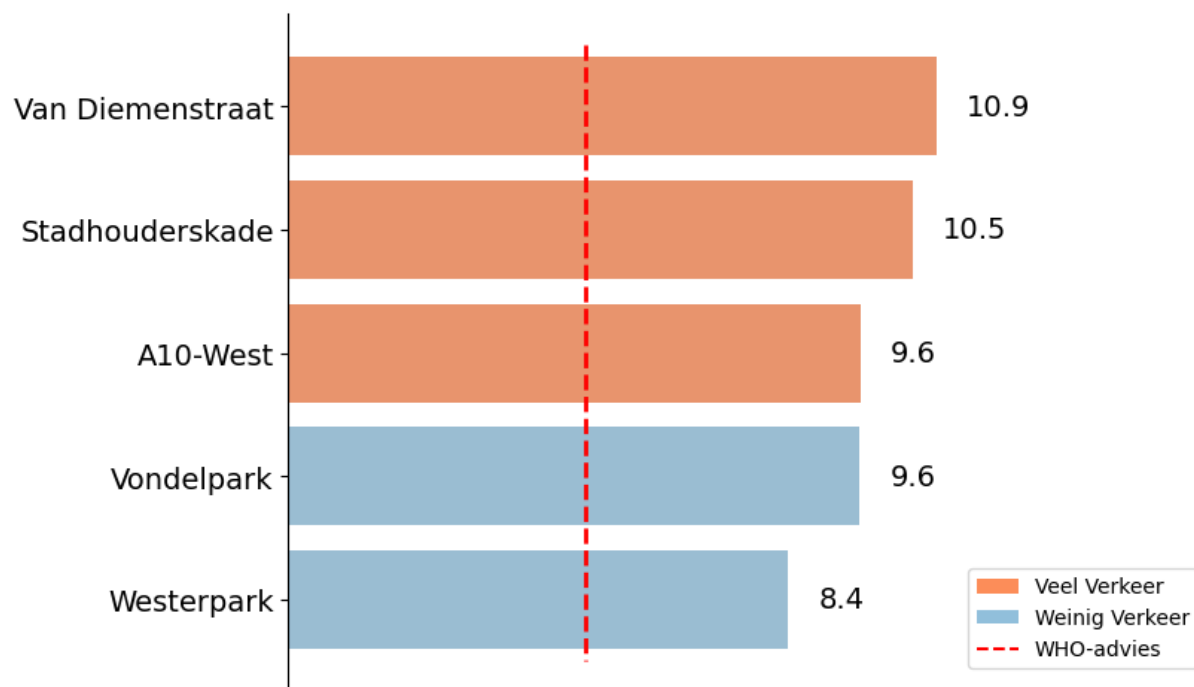
De WHO-advieswaarde voor de jaargemiddelde concentratie, van 5 µg/m³, werd op alle meetstations overschreden.

De WHO-advieswaarde voor de daggemiddelde concentratie, i.e. maximaal 3 dagen met een daggemiddelde PM_{2.5} concentratie hoger dan 15 µg/m³, werd ook op geen van de stations gehaald. Het aantal dagen met overschrijding van de WHO-advieswaarde varieerde tussen de 46 en 60 dagen op de verschillende meetstations.

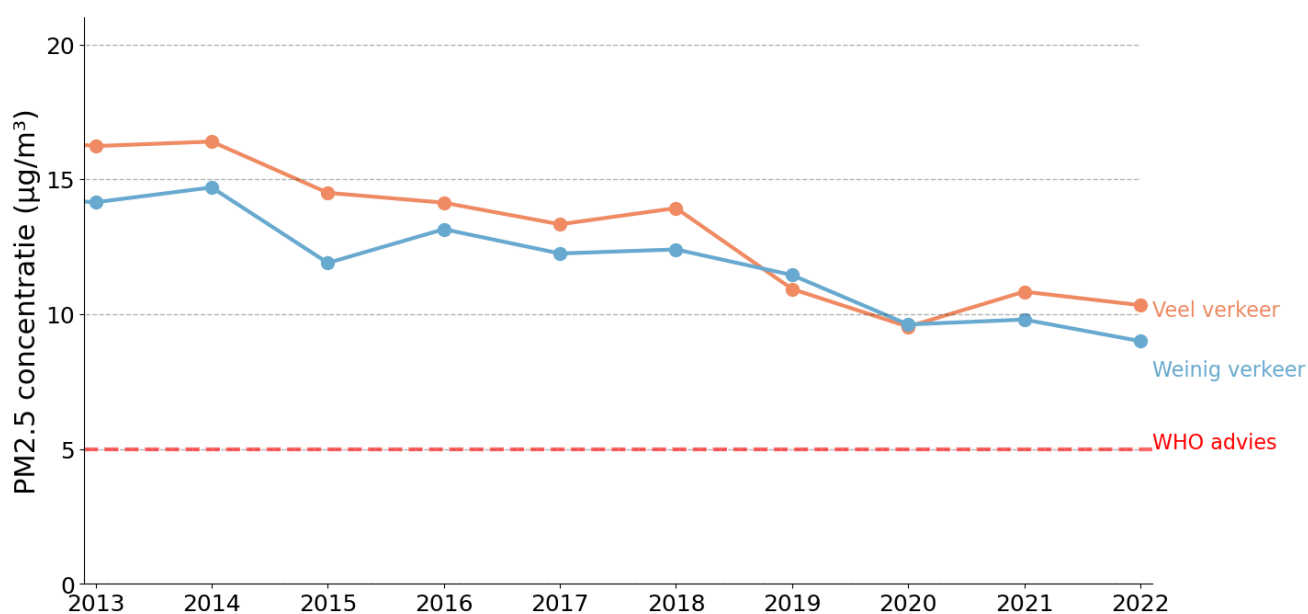
De dalende trend is op alle meetstations statistisch significant. Op de meetpunten met veel verkeer dalen de concentraties met gemiddeld 0,76 µg/m³ over de afgelopen 10 jaar. En op de meetpunten met weinig verkeer dalen de concentraties met gemiddeld 0,59 µg/m³ over de afgelopen 10 jaar.

Grafieken en tabellen

2022 Jaargemiddelde PM2.5 concentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Trend jaargemiddelde PM2.5 concentratie



PM2.5 trendanalyse 10 jaar (periode 2013-2022)

Meetstation	Gemiddelde (\pm SE) daling PM2.5	p-waarde
Veel verkeer	-0.76 (\pm 0.10)	<0.001
A10-West	-0.83 (\pm 0.10)	<0.001
Van Diemenstraat	-0.72 (\pm 0.11)	<0.001
Stadhouderskade	-0.73 (\pm 0.14)	0.001

Meetstation	Gemiddelde (\pm SE) daling PM2.5	p-waarde
Weinig verkeer	-0.59 (\pm 0.08)	<0.001
Vondelpark	-0.56 (\pm 0.11)	<0.001
Westerpark	-0.61 (\pm 0.18)	0.009

Roetconcentraties

Roetdeeltjes komen vooral vrij bij de verbranding van fossiele brandstoffen en maken deel uit van het PM₁₀ en PM_{2.5} stof. Het wegverkeer (met name dieselmotoren) is een belangrijke bron van roet. Bij een uitlaat van een oude dieselauto of oude boot, wordt de zwarting van de rookpluim veroorzaakt door roetdeeltjes. In het Engels wordt roet vaak Black-Carbon genoemd. Uit onderzoek blijkt dat dieselroet schadelijke effecten op de gezondheid heeft. Mede hierom is in het luchtkwaliteitsbeleid van de gemeente Amsterdam sterk ingezet op het terugdringen van de uitstoot van dieselmotoren.

Roetdeeltjes hebben een kern van koolstof en zitten voor het grootste deel in de ultrafijne fractie van het fijn stof (kleiner dan 0,1 micrometer). Na inademing kunnen deze deeltjes in de longblaasjes (alveoli) terecht komen en uiteindelijk ook in de bloedbaan waarna ze in het hele lichaam schade kunnen aanrichten.

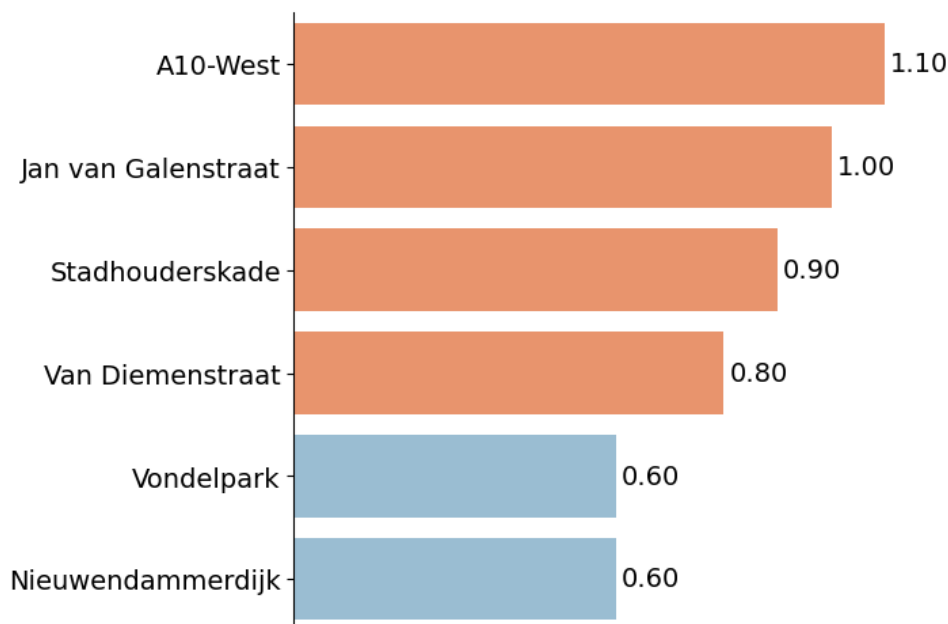
Roet is een algemene term, het gehalte roet kan op verschillende manieren worden vastgesteld. De GGD Amsterdam meet het roetgehalte sinds 2012 als 'Black Carbon'. Er zijn veel soorten roet met, afhankelijk van de bron, verschillende eigenschappen. Op dit terrein wordt nu veel onderzocht, bijvoorbeeld om roet afkomstig van houtverbranding te onderscheiden van roet afkomstig van diesilverkeer.

Het diesilverkeer heeft de laatste decennia een grote ontwikkeling doorgemaakt, het roetfilter en het aanleggen van steeds strengere Euro-normen voor vrachtverkeer zijn daar voorbeelden van. Het gehalte roet wordt uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dat is eigenlijk wel een beetje vreemd, omdat de meettechniek alleen naar kleuring kijkt, namelijk de zwarting op een (wit) filter. Die zwarting wordt dan omgerekend naar een gewicht. Niet ieder meettoestel doet dat op dezelfde manier, er is daarom voorzichtigheid geboden als je wilt vergelijken met wat in andere steden buiten Nederland wordt gemeten. Hoe zwaar die deeltjes roet echt zijn is dus niet zo duidelijk. Alhoewel er ook geen wettelijke grenswaarde voor roet bestaat, stelt de WHO zich op het standpunt, hoe lager hoe beter omdat aan roet heel veel schadelijke verbindingen geadsorbeerd kunnen zijn.

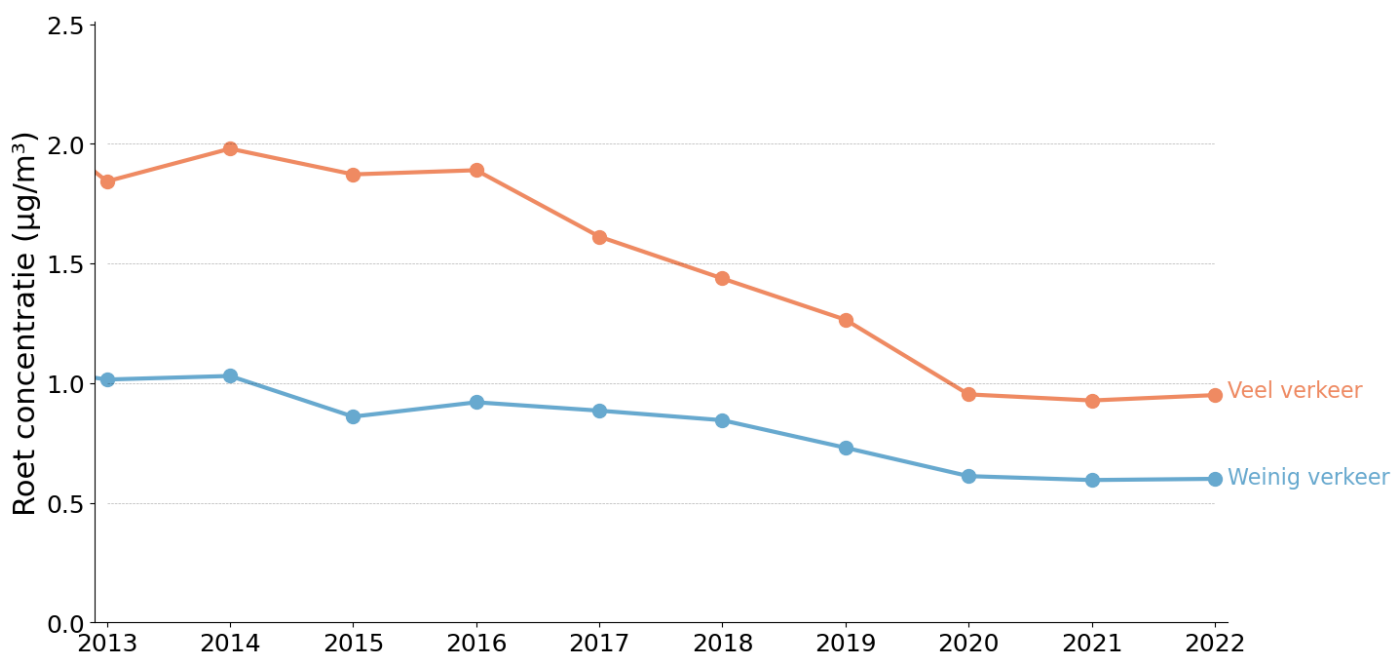
De roetconcentratie op het meetpunt langs de A10-West was in 2022 het hoogst ($1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). De grafiek toont, net als bij stikstofdioxide een dalende trend, vooral op de door het verkeer beïnvloede locaties. Het verschil tussen 2021 en 2022 is gering. Uit de laatste tabel blijkt dat alle dalingen statistisch significant zijn.

Grafieken en tabellen

2022 Jaargemiddelde roetconcentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Trend jaargemiddelde roetconcentratie



Roet trendanalyse 10 jaar (periode 2013-2022)

Meetstation	Gemiddelde (\pm SE) daling Roet	p-waarde	Meetstation	Gemiddelde (\pm SE) daling Roet	p-waarde
Veel verkeer	-0.13 (\pm 0.02)	<0.001	Weinig verkeer	-0.05 (\pm 0.01)	<0.001
A10-West	-0.19 (\pm 0.02)	<0.001	Vondelpark	-0.05 (\pm 0.01)	<0.001
Van Diemenstraat	-0.12 (\pm 0.01)	<0.001	Nieuwendammerdijk	-0.05 (\pm 0.01)	<0.001
Stadhouderskade	-0.10 (\pm 0.02)	<0.001			
Jan van Galenstraat	-0.18 (\pm 0.02)	<0.001			

Houtstook

Houtstook is een bron van luchtvervuiling die een belangrijk probleem vormt voor de luchtkwaliteit en schadelijk is voor de gezondheid. Inmiddels is particuliere houtstook de grootste bron van fijn stof (PM_{2.5}) in Nederland. Bij het verbranden van hout komen verschillende schadelijke stoffen vrij, zoals fijn stof, dioxinen, PAK's, koolmonoxide en vluchtige organische stoffen. Verschillende van deze stoffen zijn kankerverwekkend.

In dit jaarrapport tonen we voor het eerst de bijdrage van houtstook aan de roetconcentratie op twee plekken in de stad. Dit is gedaan aan de hand van metingen op de meetstations Van Diemenstraat en Nieuwendammerdijk. De metingen zijn uitgevoerd met het nieuwe meetapparaat Magee AE33. De AE33 meet roetconcentraties en kan daarbij onderscheid maken tussen de bijdrage van houtstook en de bijdrage van fossiele brandstoffen aan de roetconcentratie. Hiermee kan een indruk worden gekregen van de minimale bijdrage van houtstook aan de concentratie roet. Uit onze analyses blijkt dat houtstook op deze twee locaties een belangrijke bijdrage (circa 20%) levert aan de roetconcentratie in de lucht.

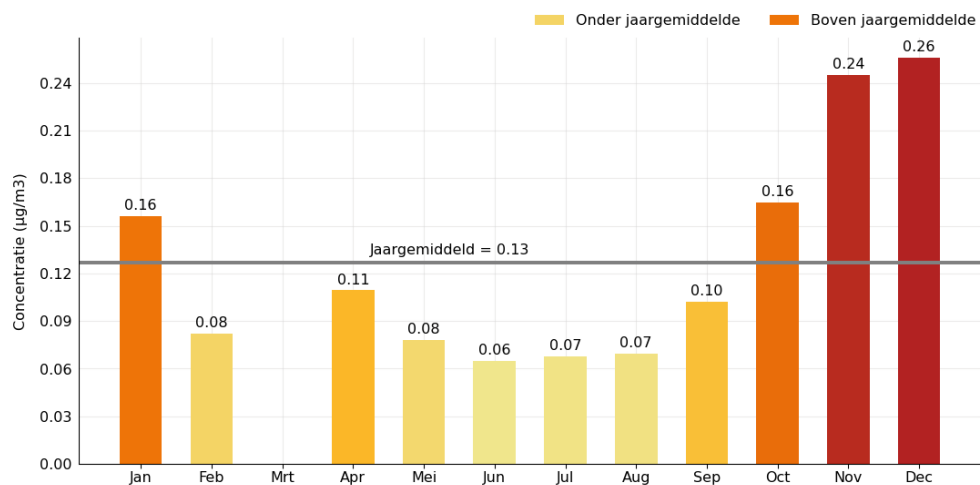
In de wintermaanden is de bijdrage van houtstook, logischerwijs, groter dan in de zomermaanden en het voorjaar. In die periode worden immers houtkachels en open haarden vaker gestookt. De jaargemiddelde roetconcentratie door houtstook op de Van Diemenstraat is 0.16 µg/m³. In de wintermaanden varieert de maandgemiddelde concentratie van 0.20 tot 0.30 µg/m³. In de zomermaanden en voorjaar is deze een stuk lager (0.09-0.14 µg/m³). Februari vormde in 2022 een uitzondering. Het weer is hiervan op invloed geweest. In februari was er veel regen, wind en hoge temperaturen. Dit leidde tot relatief schone lucht, ook voor andere componenten dan houtstook.

De grafieken op de volgende pagina tonen ook de bijdrage van fossiele brandstoffen aan de roetconcentratie. Ook bij de fossiele brandstoffen is een duidelijk verschil tussen de zomer- en wintermaanden te zien. In de winter zijn de concentraties een stuk hoger. Op de Van Diemenstraat varieert de concentratie van fossiele brandstoffen in de wintermaanden van 0.69 tot 0.87 µg/m³. In de zomermaanden is dit lager (0.46 -0.53 µg/m³). Procentueel gezien is het seizoenseffect in de bijdrage van fossiele brandstoffen iets kleiner dan in de bijdrage van houtstook.

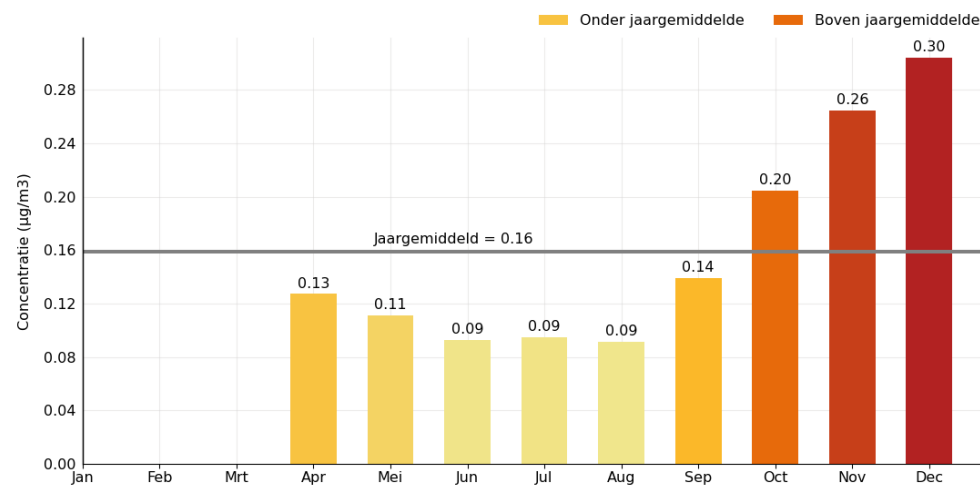
Grafieken en tabellen

Houtstook en fossiele brandstoffen Nieuwendammerdijk en van Diemenstraat ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

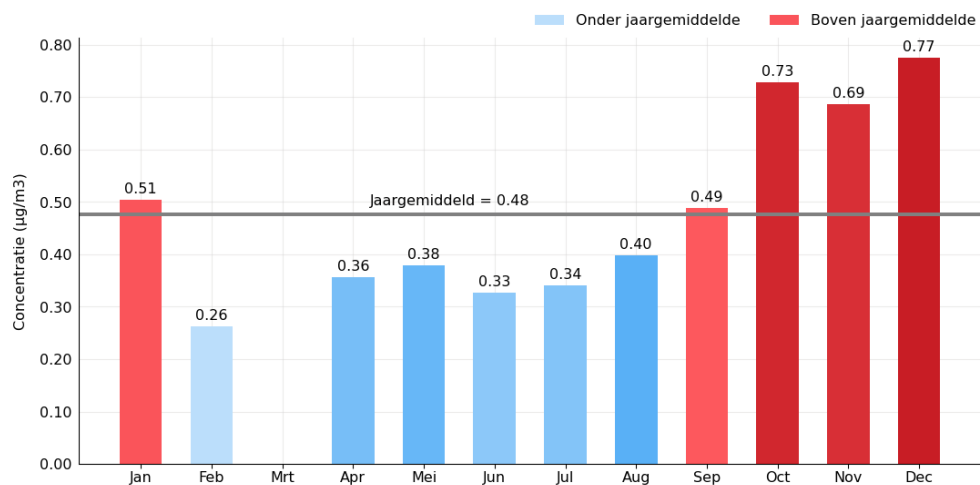
Houtstook Nieuwendammerdijk



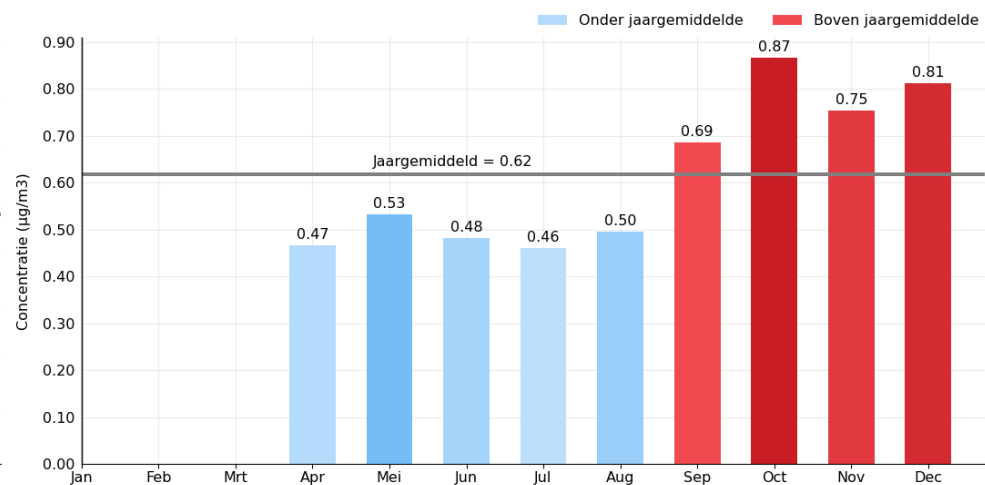
Houtstook Van Diemenstraat



Fossiele brandstoffen Nieuwendammerdijk



Fossiele brandstoffen Van Diemenstraat



Ultrafijn stof (UFP P_{M0.1})

Ultrafijn stof deeltjes (UFP) komen vrij als gevolg van verbrandingsprocessen en zijn zo klein (kleiner dan 0,1 micrometer) dat ze nauwelijks bijdragen aan de massaconcentratie fijn stof. UFP wordt daarom uitgedrukt als het aantal deeltjes per kubieke centimeter (cm³). Belangrijke bronnen van UFP zijn vliegverkeer en wegverkeer. In de buurt van drukke wegen hangt het UFP-gehalte sterk samen met het roetgehalte (zie 'roet' hierboven). In de buurt van de luchthaven is dat niet het geval: ultrafijn stof dat door het vliegverkeer wordt uitgestoten bevat vooral zwavel.

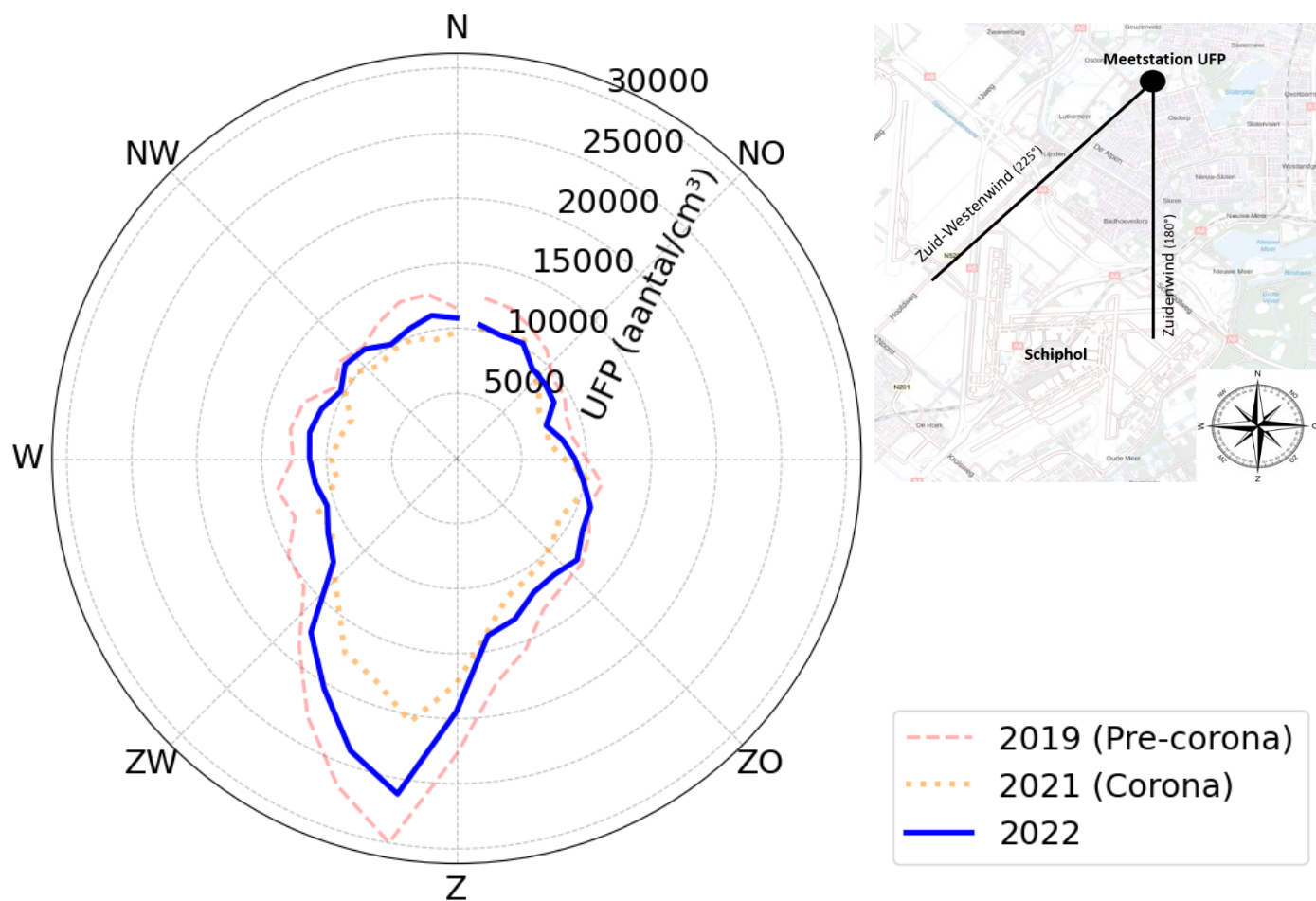
Het meten van ultrafijn stof is technisch lastig uitvoerbaar en arbeidsintensief en maakte t/m 2018 geen deel uit van het automatisch meetnet van de GGD Amsterdam. In het kader van een onderzoek naar ultrafijn stof afkomstig van vliegverkeer heeft de GGD Amsterdam in 2018 ultrafijn stof gemeten op 1 meetstation (sportpark Ookmeer in Osdorp) in opdracht van het RIVM. De UFP-metingen op dit meetstation worden in de periode 2019 t/m 2022 in opdracht van de gemeente Amsterdam voortgezet.

Op het kaartje is het meetpunt Ookmeerweg weergegeven ten opzichte van Schiphol. Dit is het enige meetpunt waar ultrafijne stofdeeltjes (UFP) worden gemeten. Bij Zuid- ZuidWestenwind waait de wind van Schiphol over het meetstation. De windroos laat de gemiddelde concentratie UFP zien uit verschillende windrichtingen, van 2019, 2021 en 2022. Duidelijk zichtbaar is dat vanuit de richting van Schiphol meer UFP komt dan uit andere windrichtingen. De ultrafijn stof (UFP) concentratie is gestegen ten opzichte van de coronajaren 2020 en 2021. De piekbelasting vanaf Schiphol was niet zo hoog als in 2019 (i.e. voor de coronacrisis).

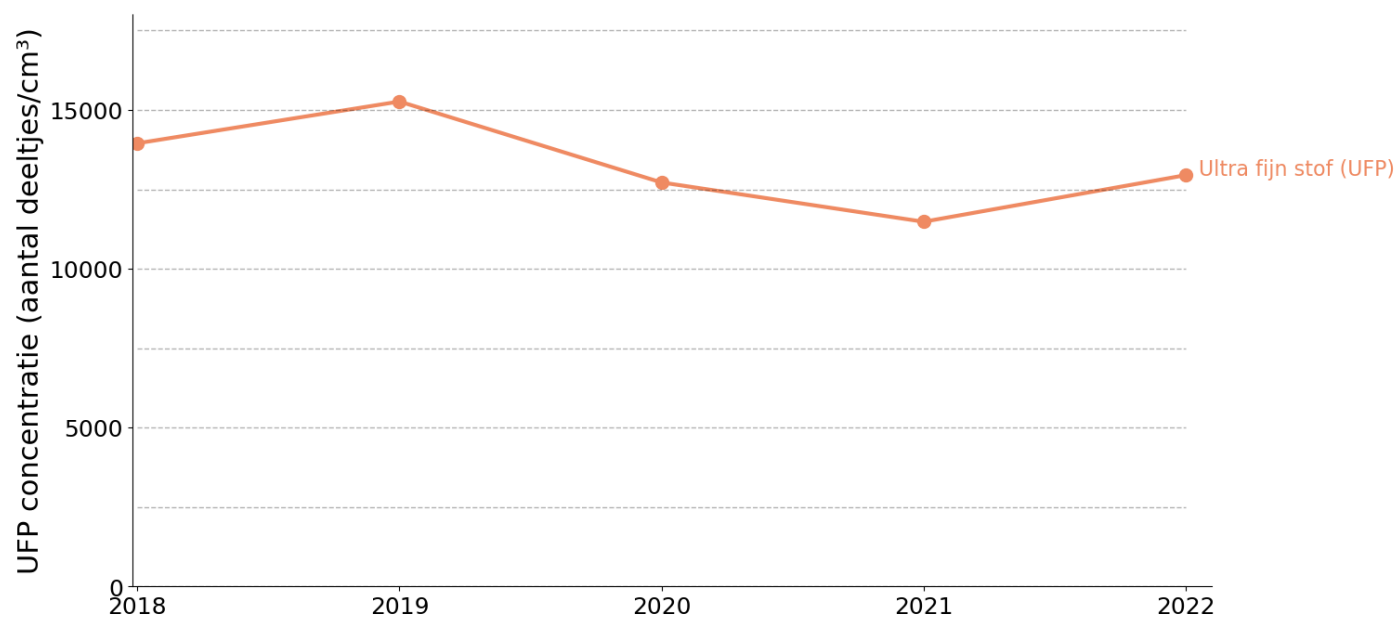
Het is nog te vroeg om een echte trend te laten zien omdat er slechts vijf jaar continue metingen hebben plaatsgevonden.

Grafieken en tabellen

Windroos van UFP concentraties in 2019, 2021 en 2022



Trend jaargemiddelde UFP concentratie



Ozon (O₃)

De meeste mensen kennen ozon vooral van de ozonlaag, op grote hoogte van het aardoppervlak. Ozon (O₃) is een product van chemische reacties met zuurstof die vooral onder invloed van zonlicht in de atmosfeer plaatshebben. In de allerhoogste luchtlagen (stratosfeer) is veel ozon aanwezig die het leven op aarde beschermt door de schadelijke straling van de zon deels tegen te houden. Ozon in de lagere luchtlagen (troposfeer), de lucht die wij dagelijks inademen, is echter schadelijk voor de gezondheid.

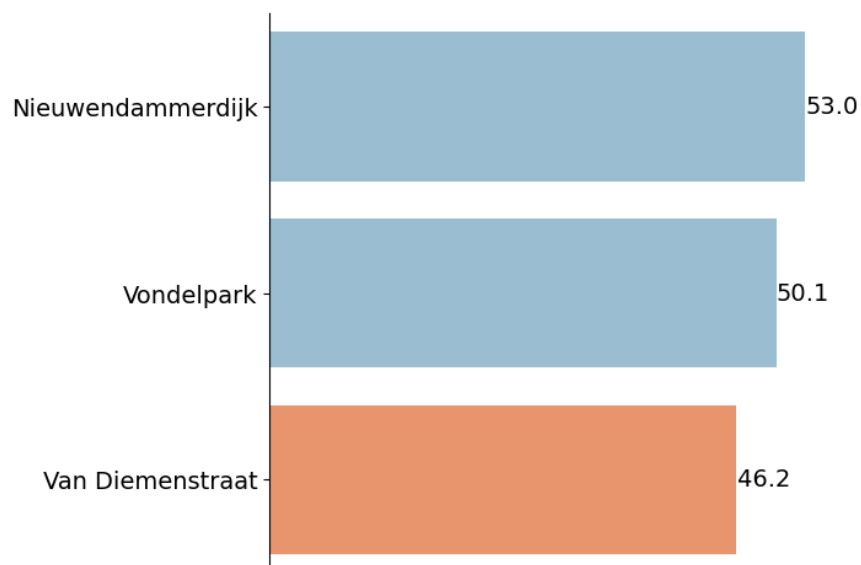
Ozon wordt niet rechtstreeks door bronnen uitgestoten maar wordt in de atmosfeer gevormd onder invloed van zonlicht, door reacties van stikstofoxiden en vluchtige koolwaterstoffen. Vanwege de invloed van zonlicht zijn de ozonconcentraties in de winter veel lager dan in de zomer. Tijdens smogepisoden in de zomer kunnen kortdurende perioden met hoge ozonconcentraties optreden. In Amsterdam komt dat relatief weinig voor, dit heeft paradoxaal genoeg te maken met de intensiteit van het wegverkeer. Tijdens smogepisoden wordt het reeds gevormde ozon, dat van grote afstand wordt aangevoerd, 'opgegeten' door stikstofmonoxide.

De eerste grafiek toont dat door de jaren heen de ozonconcentratie zowel op plekken met weinig verkeer als op één meetplek (Van Diemenstraat) met veel verkeer stijgt. In 2019 waren er veel ontbrekende meetgegevens in de Van Diemenstraat als gevolg van meettechnische problemen. Dit meetpunt is daarom uit de grafiek en trendanalyse weggelaten. Los van deze afwijking, zien we gemiddeld over meerdere jaren ook op de Van Diemenstraat een stijging. De gemeten concentraties op deze plek zijn ieder jaar lager dan die van de locaties met weinig verkeer. Dit wordt veroorzaakt door de uitstoot van stikstofmonoxide (NO) van het wegverkeer dat reageert met het aanwezige ozon, waardoor stikstofdioxide ontstaat.

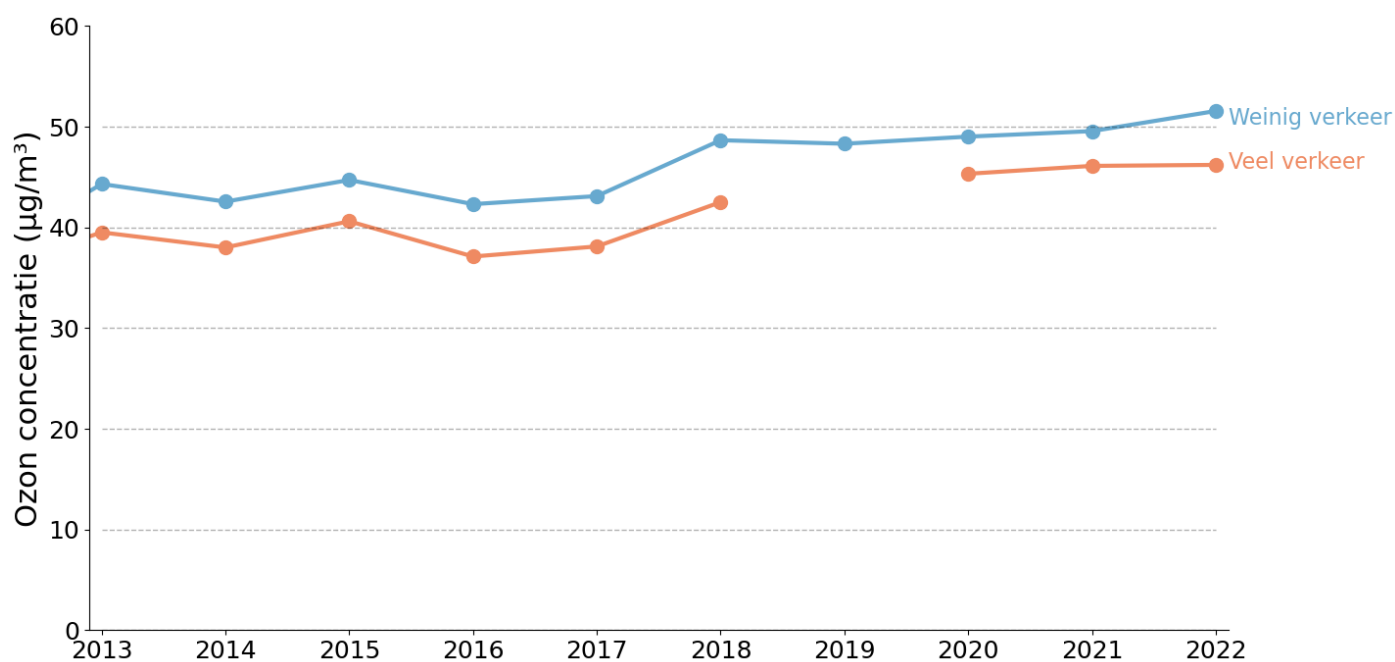
Lokale ozonconcentraties zijn niet en op landelijke schaal nauwelijks te beïnvloeden. Vorming (en afbraak) van ozon hangt van veel factoren af, de aanwezigheid van stikstofmonoxide is daar een illustratie van. Ook atmosferische omstandigheden, aanwezigheid van koolwaterstoffen, stikstofdioxide, stikstofmonoxide, en de hoeveelheid zonlicht spelen een ingewikkeld spel van allerlei chemische (evenwichts)reacties.

Grafieken en tabellen

2022 Jaargemiddelde Ozonconcentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Trend Ozonconcentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Ozon trendanalyse 10 jaar (periode 2013-2022)

Meetstation	Gemiddelde (\pm SE) stijging Ozon	p-waarde	Meetstation	Gemiddelde (\pm SE) stijging Ozon	p-waarde
Van Diemenstraat	0.99 (\pm 0.23)	0.003	Weinig verkeer	0.97 (\pm 0.19)	<0.001
			Vondelpark	0.88 (\pm 0.16)	<0.001
			Nieuwendammerdijk	1.05 (\pm 0.27)	0.004

Koolmonoxide (CO)

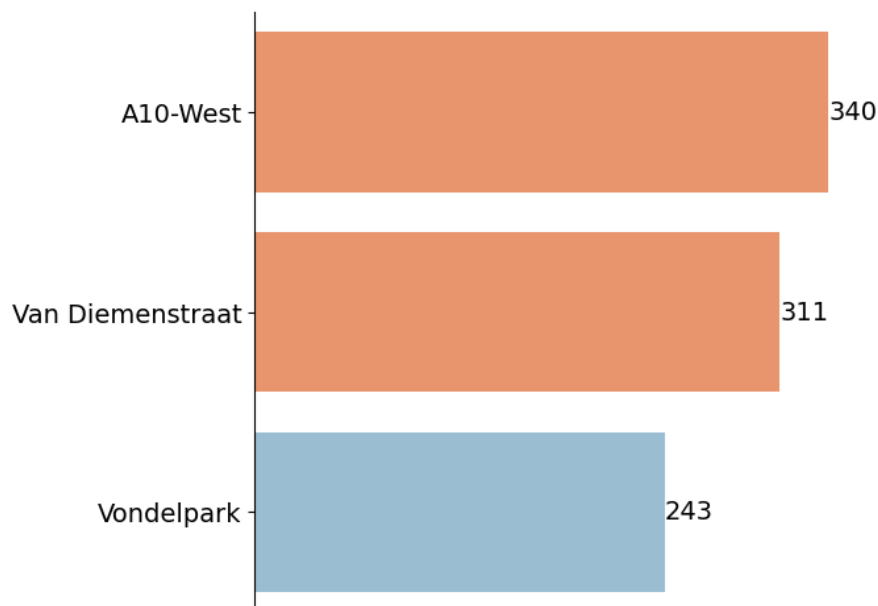
Koolmonoxide (CO) komt vrij bij onvolledige verbranding van fossiele brandstoffen. Het verkeer vormt de belangrijkste bron van CO-emissie. In de atmosfeer oxideert CO tot CO₂ maar dit proces verloopt vrij langzaam. CO is bij concentraties zoals deze in de buitenlucht voorkomen niet schadelijk, maar is een goede en stabiele indicator voor de uitstoot van het wegverkeer. Benzinemotoren hebben een hogere CO-emissie dan dieselmotoren, terwijl dieselmotoren juist meer fijn stof en NO_x emitteren.

De jaargemiddelde concentratie koolmonoxide is al jaren op locaties met veel verkeer hoger dan op locaties met weinig verkeer. Gemotoriseerd verkeer is een bron van koolmonoxide. Het streven naar steeds efficiëntere motoren (het ontstaan van koolmonoxide hangt samen met onvolledige verbranding en daarmee met het verlies van rendement) lijkt de laatste jaren niet duidelijk tot lagere concentraties in de stad. Over de afgelopen 10 jaar is er geen statistische significante daling van de koolmonoxide concentraties.

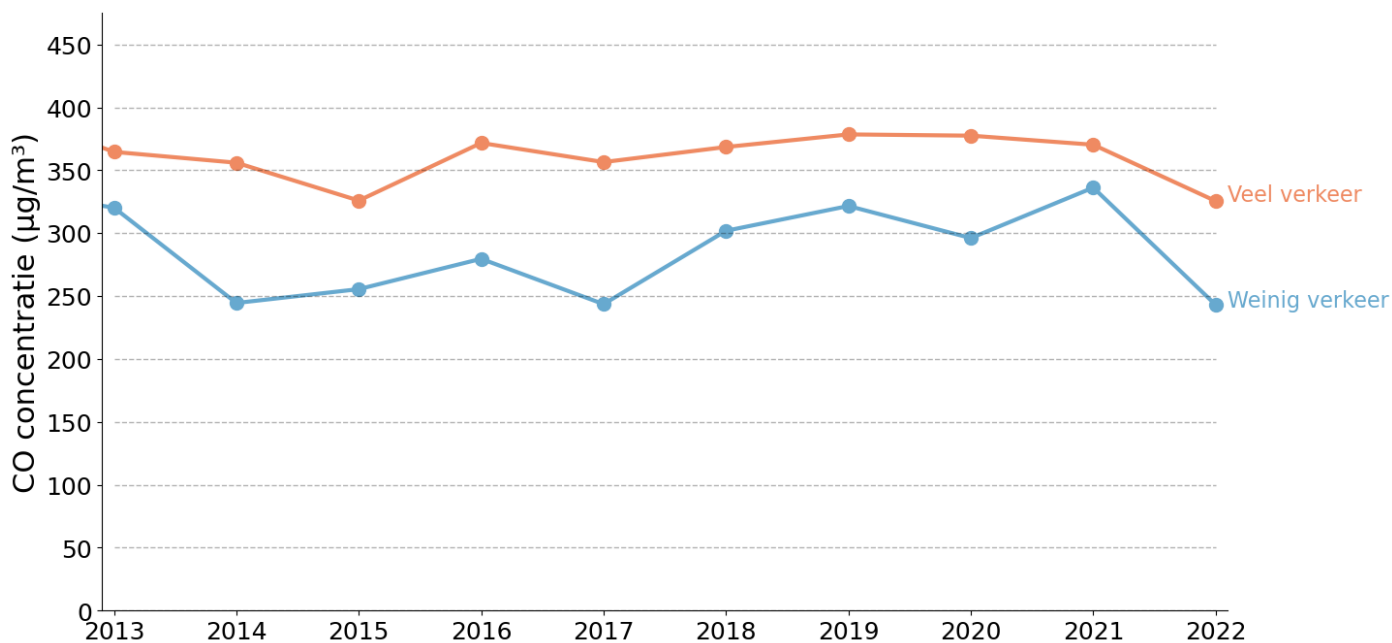
In stedelijk gebied zijn meer koolmonoxide bronnen aan te wijzen dan gemotoriseerd verkeer alleen, vooral de opmars van particuliere houtstook lijkt van invloed te zijn.

Grafieken en tabellen

2022 Jaargemiddelde CO concentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Trend CO concentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



CO trendanalyse 10 jaar (periode 2013-2022)

Meetstation	Gemiddelde (\pm SE) daling CO	p-waarde	Meetstation	Gemiddelde (\pm SE) daling CO	p-waarde
Veel verkeer	0.23 (\pm 2.26)	0.920	Vondelpark	2.02 (\pm 4.14)	0.638
A10-West	3.96 (\pm 3.36)	0.274			
Van Diemenstraat	-3.49 (\pm 2.84)	0.254			

Benzeen en Zwaveldioxide (SO₂)

Zwaveldioxide

Zwaveldioxide (SO₂) komt vrij bij de verbranding van zwavelhoudende brandstoffen. De SO₂-concentraties zijn in de afgelopen decennia sterk gedaald. Dat was in eerste instantie te danken aan de overschakeling van fossiele brandstoffen op aardgas en vervolgens aan de toepassing van emissie beperkende maatregelen in de industrie en scheepvaart.

Zwaveldioxide (SO₂) is in de stad al jaren zeer laag (0,70 µg/m³ in 2022). Op meetlocatie Westerpark wordt nog steeds een significante dalende trend waargenomen. Voor de "rare" plotselinge stijging van de SO₂ concentratie in 2021 hebben we geen duidelijke aanwijsbare oorzaak. In 2022 is de concentratie ten opzichte van 2021 iets gedaald. De WHO-advieswaarde voor de daggemiddelde SO₂-concentratie (maximaal 40 µg/m³) werd niet overschreden.

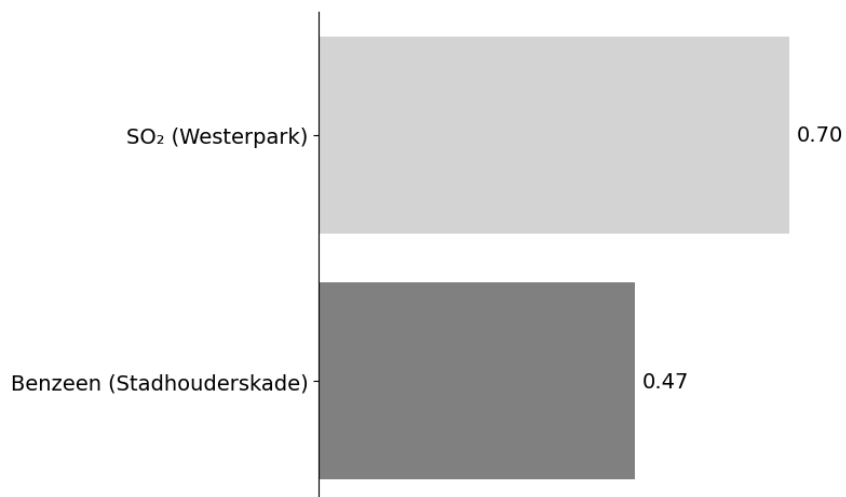
Benzeen

Benzeen is een bestanddeel van benzine. Ook de benzeenconcentraties zijn in de afgelopen decennia sterk gedaald, als gevolg van de invoering van de geregelde driewegkatalysator in begin van de jaren negentig, technische verbeteringen aan personenwagens en de verlaging van het benzeengehalte in benzine. Benzeen is een kankerverwekkende stof.

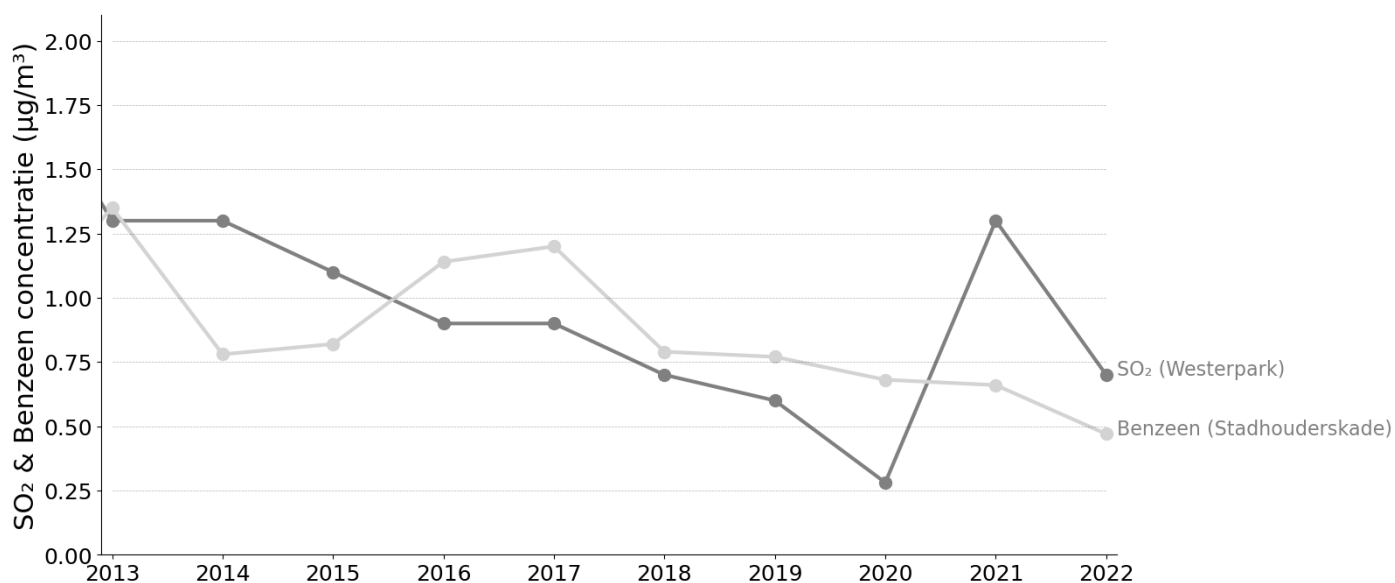
De jaargemiddelde benzeenconcentratie op de Stadhouderskade (0,47 µg/m³ in 2022) is hoger dan het door de WHO vastgestelde 'verwaarloosbaar risiconiveau' van 0,17 µg/m³. Daarbij moet worden opgemerkt dat in Nederland deze achtergrondconcentratie nergens wordt gehaald. Voor benzeen is door de WHO het maximaal toelaatbaar risico (een extra kans op kanker bij levenslange blootstelling van 1 op de 100.000) bepaald op een niveau van 1,7 µg/m³, hieraan wordt al meerdere jaren achtereen ruimschoots voldaan.

Grafieken en tabellen

2022 Jaargemiddelde SO₂ en benzeen concentraties (µg/m³)



Trend SO₂ en benzeen concentraties (µg/m³)



SO₂ en benzeen trendanalyse 10 jaar (periode 2013-2022)

Component	Meetstation	Gemiddelde (± SE)	
		daling SO ₂ en benzeen	p-waarde
SO ₂	Westerpark	-0.10 (± 0.03)	0.017
Benzeen	Stadhouderskade	-0.05 (± 0.02)	0.035

Methode

Wettelijk kader

Wettelijke toetsing van de luchtkwaliteit in Nederland, dus ook in Amsterdam, vindt plaats op basis van modelberekeningen. Deze berekeningen worden jaarlijks door het RIVM uitgevoerd, op basis van input over o.a. de verkeersintensiteit die door de diverse overheden worden aangeleverd. Meetgegevens van de GGD Amsterdam (en de meetnetten van het RIVM en DCMR) leveren input voor deze modelberekeningen. In de wetgeving is vastgelegd dat de luchtkwaliteit wordt berekend op wettelijke toetspunten, in de praktijk is dit aan de gevel van woningen of andere gebouwen waar mensen langdurig verblijven. Deze wettelijke toetsing wordt aan het einde van elk jaar uitgevoerd voor het voorgaande kalenderjaar, en is dus nog niet beschikbaar voor het jaar 2022. Uitgebreide informatie over het instrument waarmee de luchtkwaliteit in 2022 wordt berekend is te vinden op [Centraal Instrument Monitoring Luchtkwaliteit \(cimlk.nl\)](https://www.cimlk.nl).

Metingen versus berekeningen

De door de GGD gemeten NO₂ concentraties worden regelmatig vergeleken met de NO₂ concentraties zoals die met het rekenmodel worden berekend. Deze meet-rekenvergelijking wordt in opdracht van de gemeente Amsterdam uitgevoerd (niet door de GGD) en valt buiten het bestek van deze rapportage.

Toetsen aan WHO (luchtkwaliteit en gezondheid)

Hoewel vrijwel overal in Nederland – ook in Amsterdam – aan de wettelijke grenswaarden wordt voldaan, is blootstelling aan luchtverontreiniging verantwoordelijk voor 3,5% van de totale ziektelast in Nederland door risicofactoren. Op een hoog belaste plek als Amsterdam ligt dit percentage nog iets hoger. Dat is minder dan de ziektelast door roken (9,4%), vergelijkbaar met de ziektelast door overgewicht (3,7%) en meer dan de ziektelast die het gevolg is van te weinig bewegen (2,3%) en overmatig alcoholgebruik (1,5%). De wettelijke grenswaarden beschermen dus niet tegen het optreden van schade aan de gezondheid. Daarom is het belangrijk dat de luchtkwaliteit verder verbetert, ook onder de wettelijke grenswaarden. In dit rapport worden de gemeten concentraties vergeleken met de gezondheidskundige advieswaarden zoals die in 2021 door de Wereldgezondheids-organisatie (WHO) zijn opgesteld.

Dit sluit aan bij het advies van de Gezondheidsraad, die in januari 2018 adviseerde om de gezondheidskundige advieswaarden van de WHO – of lagere niveaus - na te streven. Daarbij moet worden opgemerkt dat de gezondheidskundige advieswaarden voor fijn stof, met name voor PM_{2.5}, en NO₂ een stuk strenger zijn dan de wettelijke grenswaarden.

Uitgebreide informatie over de relatie tussen luchtkwaliteit en gezondheid is te vinden op de website van de GGD <https://ggdleefomgeving.nl/lucht/>.

Meetlocaties

Het automatisch Luchtmeetnet Amsterdam (www.luchtmeetnet.nl) bestaat momenteel uit 11 meetstations. Van de 11 Amsterdamse meetstations zijn er 4 gelegen langs drukke binnenstedelijke wegen, 1 langs de snelweg en 6 op relatief rustige locaties op afstand van lokale bronnen (zogenaamde achtergrondstations).

Stadsachtergrondstations geven de achtergrondgehalten in Amsterdam weer zoals deze zich in rustige wijken, parken en achtertuinen voordoen. De achtergrondstations zijn ingericht op een afstand van tenminste enkele tientallen meters van een drukke straat. De meetstations Nieuwendammerdijk, Kantershof, Sportpark Ookmeer, Oudeschans, Vondelpark en Westerpark zijn typische achtergrondlocaties. In deze rapportage worden de stadsachtergrondstations in de grafieken en tabellen weergegeven als 'weinig verkeer'.

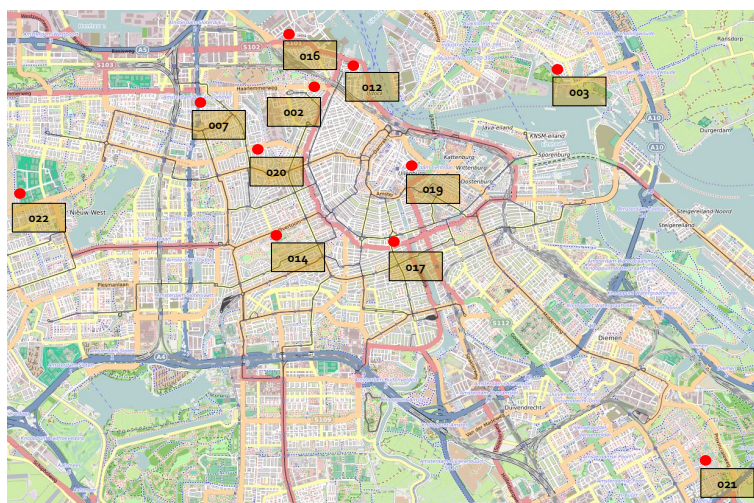
Straatstations geven een beeld van de gehalten zoals die worden gemeten in drukke straten. Van de vijf straatstations in Amsterdam ligt er één langs een snelweg (A10-West) en 4 langs drukke binnenstedelijke wegen. De Stadhouderskade en Haarlemmerweg zijn beide eenzijdig bebouwde straten, waarbij het meetstation op de Stadhouderskade aan de onbebouwde kant is gelegen bij een kruispunt (verkeerslicht) en het meetstation op de

Haarlemmerweg aan de bebouwde kant. De meetstations Van Diemenstraat en Jan van Galenstraat liggen aan een tweezijdig bebouwde weg met aan beide zijden een fietspad en een trottoir. De van Diemenstraat kan worden gekarakteriseerd als een 'street canyon' waar de emissies van het wegverkeer relatief lang blijven hangen. In deze rapportage worden de straatstations in de grafieken en tabellen weergegeven als 'veel verkeer'.

De meetstations Haarlemmerweg (002), Nieuwendammerdijk (003), van Diemenstraat (012), Vondelpark (014), A10-West (007) en Stadhouderskade (017) zijn al tientallen jaren in bedrijf. Westerpark (016) is eind jaren '90 toegevoegd. In 2005 zijn de meetstations Oudeschans (019), Kantershof (021) en Ookmeerweg (022) toegevoegd om een beter beeld te krijgen van de luchtkwaliteit op achtergrondlocaties, ook buiten de ring. Ook straatstation Jan van Galenstraat is in 2005 aan het automatisch meetnet toegevoegd.

In aanvulling op de automatische meetstations wordt verspreid over de stad de jaargemiddelde stikstofdioxide (NO₂) concentratie gemeten met een eenvoudige, passieve meetmethode. Dit zogenaamde Palmes meetnet (NO₂ buisjes) geeft meer inzicht in de ruimtelijke variatie in de NO₂ concentratie (www.maps.amsterdam.nl/no2). Met het palmes meetnet wordt op straatlocaties, achtergrondlocaties, snelweglocaties, bij industrie en langs vaarwegen gemeten.

Locaties meetstations Automatisch Luchtmeetnet Amsterdam



Data by OpenStreetMap.org contributors under CC BY-SA 2.0 license.

Trendanalyse – ontwikkeling luchtkwaliteit

Voor een trendanalyse is een langjarige meetreeks nodig, omdat de luchtkwaliteit van jaar tot jaar fluctueert als gevolg van variatie in weersomstandigheden. Een te lange meetreeks heeft echter als nadeel dat het toevoegen van nieuwe jaargemiddelden de (lineaire) trend nog maar weinig beïnvloedt. Zo zal een trendanalyse vanaf begin jaren '70 altijd een (fors) dalende trend laten zien, ongeacht de concentraties in de afgelopen jaren. Voor de prognoses in de nabije toekomst is echter vooral de trend in het recente verleden relevant.

In deze rapportage berekenen we trendanalyses over de afgelopen 10 jaar. Voor een analyse van andere periodes verwijzen we naar eerdere jaarrapportages.

Met behulp van lineaire regressieanalyse is de trend in de tijd berekend waarbij de jaargemiddelde concentratie de afhankelijke variabele was en het aantal jaren sinds de start van de analyse de onafhankelijke variabele. De resulterende regressiecoëfficiënt geeft de gemiddelde verandering in concentratie per jaar. Bij de berekening van de trend voor NO₂ worden naast de meetstations ook de metingen uit het Palmes meetnet meegenomen, als er van een locatie minstens 10 jaar gegevens aanwezig zijn.

Gemeten componenten per station

Naam Station	Type Station	NO	NO ₂	CO	O ₃	SO ₂	Benzeen	PM ₁₀	PM _{2,5}	Roet	UFP
2 Haarlemmerweg	Straat	■	■								
3 Nieuwendammerdijk	Stadsachtergrond	■	■		■					■	
7 Einsteinweg A-10 West	Straat / Rijksweg	■	■	■	■			■	■	■	
12 van Diemenstraat	Straat	■	■	■	■			■	■	■	
14 Vondelpark	Stadsachtergrond	■	■					■	■	■	
16 Westerpark	Stadsachtergrond	■	■			■		■	■	■	
17 Stadhouderskade	Straat	■	■				■	■	■	■	
19 Oude Schans	Stadsachtergrond	■	■					■	■	■	
20 Jan van Galenstraat	Straat	■	■					■	■	■	
21 Kantershof Z.O.	Stadsachtergrond	■	■					■	■	■	
22 Sportpark Ookmeer	Stadsachtergrond	■	■								■

Opgenomen in meetnet:

Bijlage 1

Toelichting componenten

De volgende gasvormige componenten worden gemeten: stikstofoxiden (NO en NO₂), koolmonoxide (CO), ozon (O₃), zwaveldioxide (SO₂) en vluchtige koolwaterstoffen (benzeen, toluen en xyleen). Daarnaast wordt fijn stof gemeten als PM₁₀ (deeltjes met een diameter kleiner dan 10 micrometer) en PM_{2.5} (deeltjes met een diameter kleiner dan 2,5 micrometer). Ook wordt de concentratie Black Carbon (roet) gemeten. De roetdeeltjes die door het wegverkeer (vooral dieselverkeer) worden uitgestoten bevinden zich voor een groot deel in de ultrafijne (<0,1 micrometer) fractie en zijn vanuit gezondheidskundig oogpunt relevant. Op een meetstation wordt Ultrafijn stof (UFP) gemeten.

Hieronder volgt een nadere beschrijving van de componenten.

Fijn stof (PM₁₀ en PM_{2.5})

Fijn stof is een verzamelnaam voor kleine, met het blote oog niet zichtbare, deeltjes die in de lucht zweven. Bijvoorbeeld roetdeeltjes of kleine stukjes autoband (slijtage). Deze deeltjes verschillen in oorsprong, grootte en samenstelling. Fijn stof is het onderdeel van luchtverontreiniging dat voor de meeste gezondheidseffecten zorgt. Hoe kleiner de deeltjes zijn hoe dieper ze in de longen terecht komen en hoe meer schade ze kunnen aanrichten.

Fijn stof kan gedefinieerd worden als:

- PM₁₀: Dit zijn deeltjes met een diameter kleiner dan 10 micrometer (0,01 millimeter)
- PM_{2.5}: Dit zijn deeltjes met een diameter kleiner dan 2,5 micrometer. PM staat voor Particulate Matter.

Fijn stof is voor het grootste deel afkomstig van menselijke activiteiten zoals verkeer en industrie, maar kan ook een natuurlijke oorsprong hebben (bodemstof, zeezout). Voor een deel worden fijn stof deeltjes rechtstreeks uitgestoten (primair fijn stof), voor een deel worden ze in de atmosfeer gevormd door chemische reacties van gasvormige verbindingen (secundair fijn stof). De fijn stof deeltjes kunnen over een grote afstand, tot wel duizenden kilometers, getransporteerd worden.

In het algemeen geldt dat fijn stof dat als gevolg van verbrandingsprocessen wordt uitgestoten een (veel) kleinere diameter heeft dan stofdeeltjes die als gevolg van mechanische processen (slijtage, verwaaiing) in de lucht komen. Dit heeft tot gevolg dat het bronaandeel van verbrandingsprocessen in de PM_{2.5} fractie groter is dan in de PM₁₀ fractie.

De PM₁₀ en PM_{2.5} concentratie wordt uitgedrukt als het gewicht van de deeltjes per kubieke meter (microgram/m³).

Uit onderzoek is bekend dat fijn stof ook bij hele lage concentraties schadelijk is voor de gezondheid. Tot op heden is het niet mogelijk gebleken om een 'veilige grenswaarde' vast te stellen waar beneden er geen schade optreedt aan de gezondheid.

Roet

Roetdeeltjes komen vooral vrij bij de verbranding van fossiele brandstoffen en maken deel uit van het PM₁₀ en PM_{2.5} stof. Het wegverkeer (met name dieselmotoren) is een belangrijke bron van roet. Uit onderzoek blijkt dat dieselroet schadelijke effecten op de gezondheid heeft. Mede hierom is in het luchtkwaliteitsbeleid van de gemeente Amsterdam sterk ingezet op het terugdringen van de uitstoot van dieselmotoren.

Roetdeeltjes hebben een kern van koolstof en zitten voor het grootste deel in de ultrafijne fractie van het fijn stof (kleiner dan 0,1 micrometer). Na inademing kunnen deze deeltjes in de longblaasjes (alveoli) terecht komen en uiteindelijk ook in de bloedbaan waarna ze in het hele lichaam schade kunnen aanrichten.

Roet is een algemene term, het gehalte roet kan op verschillende manieren worden vastgesteld. De GGD Amsterdam meet het roetgehalte sinds 2012 als 'Black Carbon' in navolging van de DCMR. Inmiddels is ook het RIVM overgegaan op het meten van roet als Black Carbon in het landelijk meetnet.

Houtstook

Houtstook is een belangrijke bron van fijn stof en schadelijk voor de gezondheid. Bij het verbranden van hout komen verschillende schadelijke stoffen vrij, zoals fijn stof, dioxinen, PAK's, koolmonoxide en vluchtige organische stoffen. Verschillende van deze stoffen zijn kankerverwekkend. Sinds 2020 is de GGD Amsterdam gestart met het meten van roet (Black Carbon) concentraties met een Magee AE₃₃. De AE₃₃ meet de lichtabsorptie van op een filter verzamelde deeltjes bij 7 verschillende golflengtes variërend van 370 nm tot 950 nm. De AE₃₃ methode is gebaseerd op het feit dat houtrook ('brown carbon') beter licht absorbeert bij lagere golflengten dan bij hogere golflengten. Ook de lichtabsorptie van BC (Black Carbon) afkomstig van fossiele brandstoffen varieert met de golflengte, maar minder sterk dan voor Brown Carbon. Met de AE₃₃ kan de bijdrage van houtrook aan de black carbon concentratie worden berekend. Tevens kan de bijdrage van fossiele brandstoffen aan de roetconcentratie worden berekend. De metingen met de AE₃₃ vallen niet onder scope van de NEN EN ISO/IEC 17025 accreditatie.

Ultrafijn stof

Ultrafijn stof deeltjes (UFP) komen vrij als gevolg van verbrandingsprocessen en zijn zo klein (kleiner dan 0,1 micrometer) dat ze nauwelijks bijdragen aan de massaconcentratie fijn stof. UFP wordt daarom uitgedrukt als het aantal deeltjes per kubieke centimeter (cm³). Belangrijke bronnen van UFP zijn vliegverkeer en wegverkeer. In de buurt van drukke wegen hangt het UFP gehalte sterk samen met het roetgehalte (zie 'roet' hierboven). In de buurt van de luchthaven is dat niet het geval: ultrafijn stof dat door het vliegverkeer wordt uitgestoten bevat vooral zwavel.

Het meten van ultrafijn stof is technisch lastig uitvoerbaar en arbeidsintensief en maakte t/m 2018 geen deel uit van het automatisch meetnet van de GGD Amsterdam. In het kader van een onderzoek naar ultrafijn stof afkomstig van vliegverkeer heeft de GGD Amsterdam in 2018 ultrafijn stof gemeten op 1 meetstation (sportpark Ookmeer in Osdorp) in opdracht van het RIVM. De UFP metingen op dit meetstation worden in de periode 2019 t/m 2022 in opdracht van de gemeente Amsterdam voortgezet. De UFP metingen vallen niet onder scope van de NEN EN ISO/IEC 17025 accreditatie.

Stikstofoxiden (NO en NO₂)

Stikstofoxiden (NO en NO₂) komen vrij bij verbrandingsprocessen en ontstaan door oxidatie van stikstof uit de lucht. Het grootste deel van de stikstofoxiden komt vrij als stikstofmonoxide (NO) maar dit molecuul heeft een

korte levensduur en wordt snel omgezet in NO₂. Overigens is NO in tegenstelling tot NO₂ niet schadelijk voor de gezondheid. Het verkeer is de belangrijkste bron van NO₂.

Ozon (O₃)

Ozon (O₃) wordt niet rechtstreeks door bronnen uitgestoten maar wordt in de atmosfeer gevormd onder invloed van zonlicht, door reacties van stikstofoxiden en vluchtige koolwaterstoffen. Vanwege de invloed van zonlicht zijn de ozonconcentraties in de winter veel lager dan in de zomer. Tijdens smogepisoden in de zomer kunnen kortdurende perioden met hoge ozonconcentraties optreden. In Amsterdam komt dat relatief weinig voor, dit heeft paradoxaal genoeg te maken met de intensiteit van het wegverkeer. Tijdens smogepisoden wordt het reeds gevormde ozon, dat van grote afstand wordt aangevoerd, 'opgegeten' door stikstofmonoxide.

Koolmonoxide (CO)

Koolmonoxide (CO) komt vrij bij onvolledige verbranding van fossiele brandstoffen. Het verkeer vormt de belangrijkste bron van CO emissie. In de atmosfeer oxideert CO tot CO₂ maar dit proces verloopt vrij langzaam. CO is bij concentraties zoals deze in de buitenlucht voorkomen niet schadelijk, maar is een goede en stabiele indicator voor de uitstoot van het wegverkeer. Benzinemotoren hebben een hogere CO emissie dan dieselmotoren, terwijl dieselmotoren juist meer fijn stof en NO_x emitteren.

Zwavel dioxide (SO₂)

Zwavel dioxide (SO₂) komt vrij bij de verbranding van zwavelhoudende brandstoffen. De SO₂-concentraties zijn in de afgelopen decennia sterk gedaald. Dat was in eerste instantie te danken aan de overschakeling van fossiele brandstoffen op aardgas en vervolgens aan de toepassing van emissie beperkende maatregelen in de industrie en scheepvaart.

Benzeen

Benzeen is een bestanddeel van benzine. Ook de benzeenconcentraties zijn in de afgelopen decennia sterk gedaald, als gevolg van de invoering van de geregelde driewegkatalysator in begin van de jaren negentig, technische verbeteringen aan personenwagens en de verlaging van het benzeengehalte in benzine. Benzeen is echter een kankerverwekkende stof, waarvoor geen 'veilige' grenswaarde bestaat.

Accreditatie

Op 25 augustus 2005 heeft de Raad voor Accreditatie vastgesteld dat de toenmalige afdeling luchtonderzoek van de GGD Amsterdam voldoet aan accreditatiecriteria voor testlaboratoria zoals vastgelegd in NEN EN ISO/IEC 17025. De accreditatie omvat het kwaliteitssysteem van het laboratorium evenals de specifieke verrichtingen en onderzoeksgebieden.

De actuele scope is in te zien via www.RvA.nl onder certificaatnummer L426.

Naast het de resultaten van het geautomatiseerde luchtmeetnet zijn in deze rapportage de resultaten opgenomen van de locaties waarop met behulp van Palmes diffusiebuizen de stikstofdioxideconcentratie wordt gemeten.

Vanaf 2017 is GGD Leefomgeving geaccrediteerd conform NEN-EN ISO/IEC17025:20 (scope L426) voor het bemonsteren van Palmes diffusiebuisjes gelijkwaardig aan NEN EN 16339:2013. Over de eerste drie maanden is de preparatie en analyse gelijkwaardig aan NEN EN 16339:2013 uitgevoerd door Buro Blauw in Wageningen. De NEN-EN ISO/IEC17025:2017 accreditatie van deze organisatie is te vinden op www.RvA.nl certificaat nr. L400. Vanaf april is de analyse door de GGD in eigen beheer uitgevoerd onder de eigen scope L426.

De gerapporteerde gegevens over ultrafijne stofdeeltjes, houtstook en verdere duiding van de meetresultaten waaronder de trendanalyses en de interpretaties op basis van Palmes diffusiebuizen, vallen niet onder de accreditatie van de afdeling Leefomgeving.

Meetmethoden

Alle meetresultaten zijn tot stand gekomen onder de scope L426 van de NEN EN ISO/IEC 17025) accreditatie van de GGD Amsterdam. Deze accreditatie is afgegeven door de Raad voor Accreditatie. Voor de metingen in deze rapportage zijn de verrichtingen 1,3,5,6,7,8,9,10,11 en a van toepassing. Interpretaties waaronder trendanalyses en windrozen vallen niet onder de accreditatie.

De automatische metingen van PM₁₀ en PM_{2.5} met de Met-one BAM 1020a monitoren zijn op basis van referentiemetingen gecorrigeerd en getoetst op equivalentie met de referentiemethode (zie GGD rapport 23-1101). Net als in voorgaande jaren is er voor 2021 gezamenlijk met (o.a.) het RIVM voor de Met-one Bam 1020a een correctie bepaald. In 2022 is voor PM₁₀ gecorrigeerd met een formule $1,01 \cdot \text{BAM}$ en voor PM_{2.5} $1,05 \cdot \text{BAM}$, de factoren zijn ten opzichte van 2021 niet gewijzigd. Op alle locaties wordt er vanaf januari 2015 gebruik gemaakt van een EU PM₁₀ afscheider.

Alle hier genoemde verrichtingen worden conform de aangegeven normvoorschriften uitgevoerd. Als nauwkeurigheidseisen zijn de geldende Europese criteria overgenomen, alleen voor de meting van zwaveldioxide kon hieraan niet worden voldaan. De hoogte van de gemeten concentraties zwaveldioxide liggen echter ver onder de geldende grenswaarden, waarmee de grotere meetfout (>15% van de meetwaarde uitgedrukt als 95%BI) voor de toetsing aan normen geen specifiek probleem levert.

Nadere informatie over de meetonzekerheid van de verrichtingen die onder accreditatie zijn gebracht kan op verzoek worden verkregen bij GGD Amsterdam, Cluster leefomgeving, afdeling luchtkwaliteit.

Meetnauwkeurigheid en toegepaste apparatuur

Meetnauwkeurigheid en toegepaste apparatuur

component	apparatuur	Meetprincipe	Meetfrequentie	Nauwkeurigheid bij de grenswaarde (95%BI)	GGD Document
PM _{2,5}	Met One BAM 1020	Beta verzwakking Controle met gravimetrie	uurlijks	± 11,5%	23-1101
PM ₁₀	Met One BAM 1020	Beta verzwakking Controle met gravimetrie	uurlijks	± 16,3%	23-1101
CO	API T300	NDIR	10 seconden**	± 12,2%	14-1134
NO/NO ₂	API 200e AC32e	Chemiluminescentie	10 seconden**	± 11,1% ± 9,3%	18-1159
Roet	MAAP	transmissie	10 seconden**	± 12 %	15-1156
Benzeen	Envea VOC72	Gas Chromatografie NEN EN 14662-3	15 minuten	± 6,0 %	18-1179
SO ₂	Thermo 43i	U.V.-fluorescentie	10 seconden**	± 16,4%	21-1145
O ₃	Thermo 49i	UV-absorptie	10 seconden**	± 10.0%	20-1121

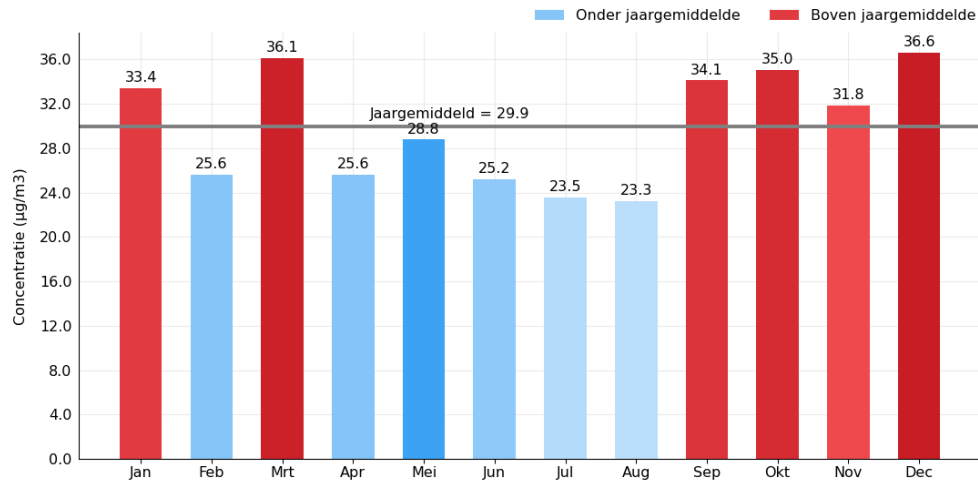
** de meetfrequentie van 10 s is feitelijk de frequentie waarmee het signaal van de monitor wordt opgeslagen in het data-acquisitie systeem en is daarmee geen maat voor de werkelijke responsietijd van het monitorsysteem.

In rapport 23-1121, "Prestatiekenmerken Palmes diffusiebuizen meetjaar 2022" is vastgesteld dat de jaargemiddelde stikstofdioxideconcentratie gemeten in 2022 met een enkelvoudige Palmes diffusiebuis ter hoogte van de wettelijke limietwaarde behept is met een meetfout van ±11,9 % (als 95BI).

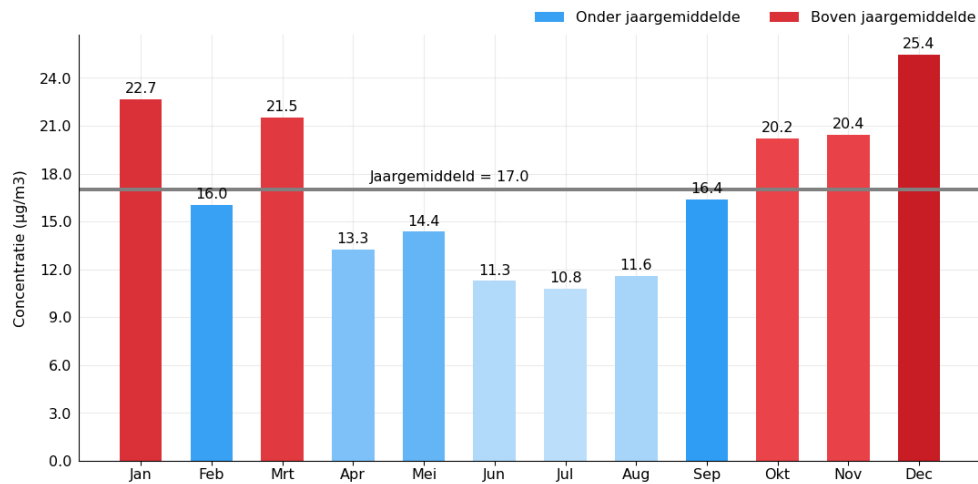
Bijlage 2 Maandgemiddelde concentraties

Maandgemiddelde NO₂ concentratie

Maandgemiddelde NO₂ - Meetstations Veel Verkeer

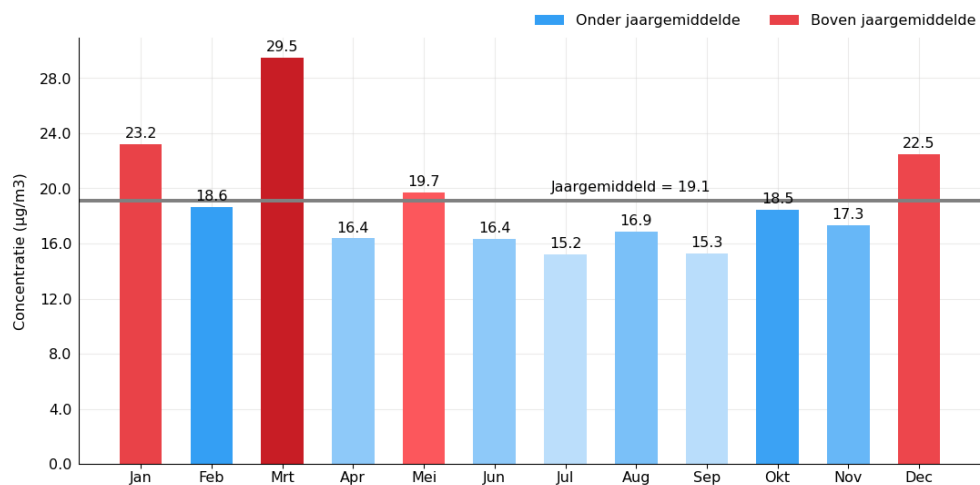


Maandgemiddelde NO₂ - Meetstations Weinig Verkeer

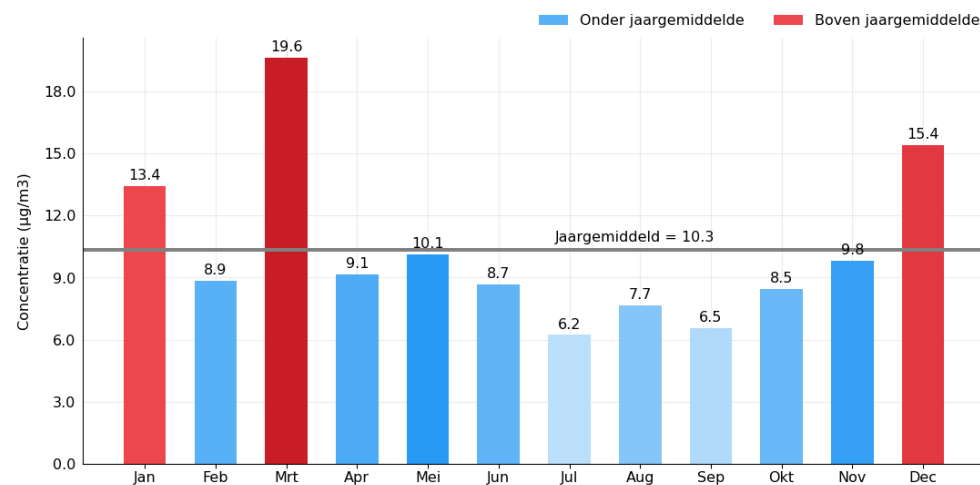


Maandgemiddelde PM10 en PM2.5 concentratie

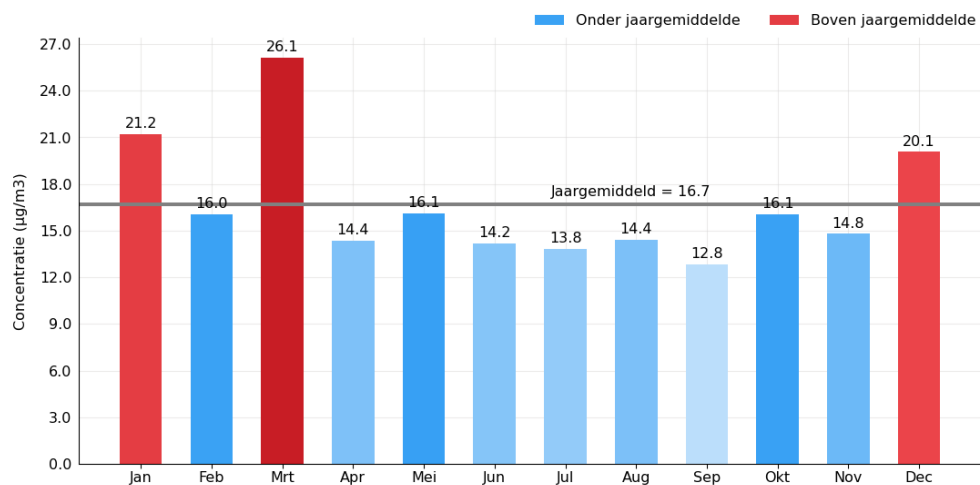
Maandgemiddelde PM10 - Meetstations Veel Verkeer



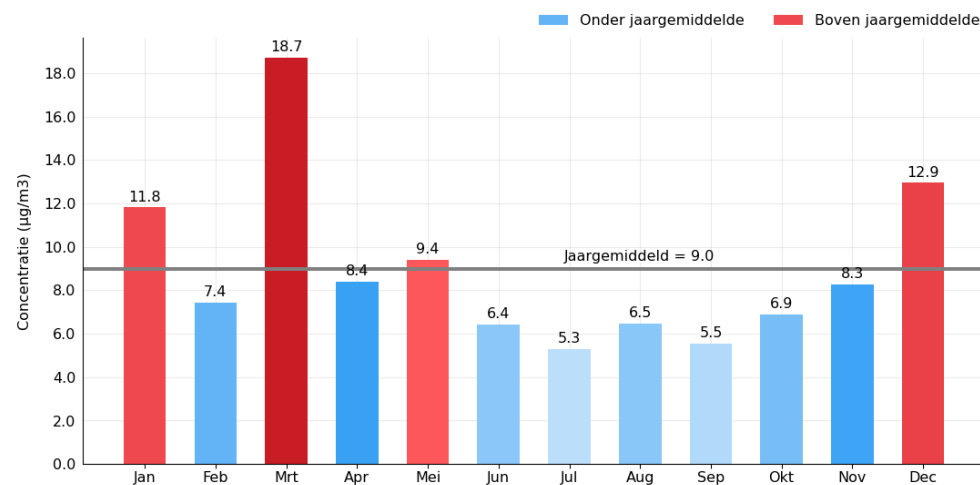
Maandgemiddelde PM2.5 - Meetstations Veel Verkeer



Maandgemiddelde PM10 - Meetstations Weinig Verkeer

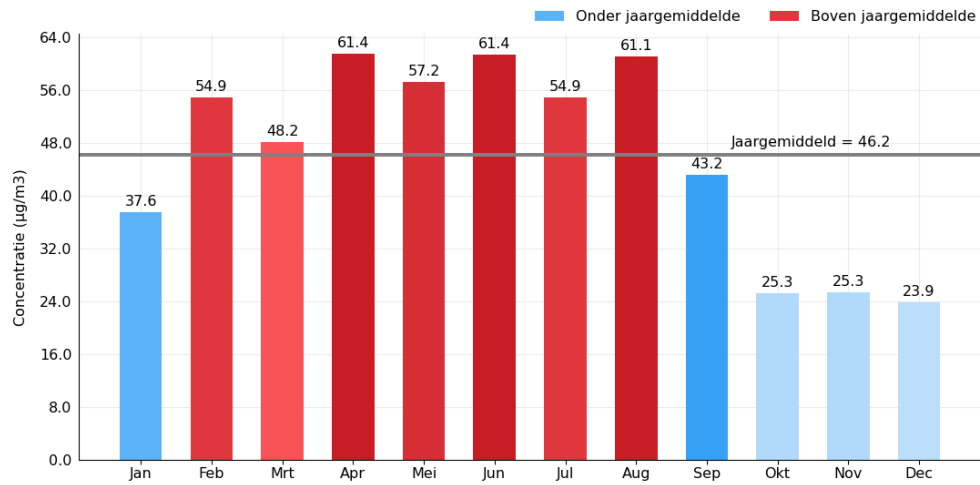


Maandgemiddelde PM2.5 - Meetstations Weinig Verkeer



Maandgemiddelde Ozonconcentratie

Maandgemiddelde O3 - Meetstation Veel Verkeer



Maandgemiddelde O3 - Meetstations Weinig Verkeer

